

Susana Alexandra Couto de Jesus

Projeto de Marcação e Recaptura do Lavagante Europeu,
Homarus gammarus, na Praia da Aguda.

Dissertação de Candidatura ao grau de Mestre em
Ciências do Mar – Recursos Marinhos Especialidade
em Biologia e Ecologia Marinha submetida ao
Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar da
Universidade do Porto.

Orientador – Professor Doutor Gerhard Michael
Weber

Categoria – Professor Auxiliar

Afiliação – Instituto de Ciências Biomédicas Abel
Salazar da Universidade do Porto e Estação Litoral
da Aguda.

Coorientador – Doutor José Pedro Oliveira

Afiliação – Estação Litoral da Aguda

Abstract

Fisheries are an extremely important economic sector worldwide, generating in 2010, about 65 billion euros per year. But, even though so many people around the world depend directly and indirectly on fisheries and fishery resources, the management of these resources is often ineffective, leading to the overexploitation of several stocks of different species.

Concerning the European lobster, *Homarus gammarus*, the target species of this thesis and a high commercial value species, its catches have declined considerably in all countries where it exists, and in some cases their stocks have been considered to be fully exploited. In order to prevent the complete exploitation of European lobster stocks, several countries initiated research programs with the aim of rearing these animals in captivity and then release them into the sea, expecting that these actions would increase local stocks and that they would survive until reaching a minimum size to become part of fishing stocks. In Littoral Station of Aguda, even though it was not the center of the Lobster Research Program, there have also been some trials to rear the European lobster in captivity, but only with limited success. Thus, the main focus of this work is to try to assess the state of the local stock of European lobster in Praia da Aguda through the analysis of catches from commercial and experimental fishing activities and based on recaptures made, to understand whether in this area, this species is threatened or not by overfishing. In the years of 2015 and 2016, 83 lobsters were captured at Aguda, and of these, 78 lobsters were marked (with VIE tags - Visible Implant Elastomer) and released into the sea of Aguda.

Since the beginning of the “Mark and recapture project of the European lobster, *Homarus gammarus*, at Praia da Aguda”, 348 marked animals were released into the sea of Aguda. Of these, over the 10 years of the project, 32 animals were recaptured, 3 of which have been recaptured 2 times. The recapture rate of this project is at present 9,2 %. Taking into account that these animals are caught in an area of less than 1 km² and that there are no new animals being released by ELA or another institution, comparing to other international projects where this stock renewal occurs, the recapture rate of ELAs project is superior to most of the recapture rates of known projects (eg. 6,2 % at Norway, 2,4 % at Great Britain and 0,1 % at France).

In 2016, was registered the highest number of recaptures (11 recaptures in total). During this year a male lobster released in the first year of the project (2006) was recaptured. This animal was released into the sea with 190,5 g and captured, 10 years later, with 2583 g.

Resumo

A pesca é um sector económico extremamente importante a nível mundial, gerando, em 2010, cerca de 65 biliões de euros por ano. No entanto, apesar de tantas pessoas em todo o mundo dependerem direta e indiretamente da pesca e dos recursos pesqueiros, as medidas de gestão destes recursos são muitas vezes ineficazes, levando a uma sobre exploração dos *stocks* das diferentes espécies.

No que respeita ao lavagante europeu, *Homarus gammarus*, objeto de estudo desta tese e uma espécie de elevado valor comercial, as suas capturas diminuíram consideravelmente um pouco por todos os países onde esta espécie existe, sendo que em alguns casos os seus *stocks* foram considerados completamente explorados. A ameaça do desaparecimento desta espécie levou a que em muitos desses países iniciassem programas de conservação com vista a criar estes animais em cativeiro e posteriormente lança-los ao mar, na expectativa que essas ações aumentassem os *stocks* locais e que estes sobrevivessem até atingirem um tamanho mínimo para constituírem *stock* recrutável para a pesca. Na Estação Litoral da Aguda, embora não seja o objetivo central do projeto de investigação, também se tentou proceder ao cultivo em cativeiro do lavagante europeu, mas sucesso limitado. Assim, o principal foco deste trabalho é tentar avaliar o estado do *stock* local de lavagante europeu, na Praia da Aguda, por meio da análise das capturas provenientes de atividades de pesca profissional e de pesca experimental e, com base nas recapturas efetuadas, perceber se nesta área, esta espécie se encontra ou não ameaçada pela sobrepesca. Nos anos de 2015 e 2016 foram capturados na Praia da Aguda, pela pesca profissional e pela pesca experimental, 83 lavagantes e, destes, reintroduzidos no mar, devidamente marcados com recurso a implantes visíveis de elastómero, 78 lavagantes.

Desde o início do “Projeto de marcação e recaptura do lavagante europeu, *Homarus gammarus* na Praia da Aguda”, foram reintegrados no mar 348 animais. Destes, no decorrer dos 10 anos do projeto, foram recapturados 32 animais, 3 dos quais já foram recapturados 2 vezes. A taxa de recaptura deste projeto é, neste momento, 9,2 %. Tendo em conta que se tratam de animais pescados numa área com menos de 1 km² e onde não há introdução de novos animais por parte da ELA ou de outra instituição, comparado com outros projetos internacionais onde essa renovação do *stock* ocorre, a taxa de recaptura do projeto da ELA é superior à maior parte das taxas de recaptura dos projetos conhecidos (por exemplo: 6,2 % na Noruega, 2,4 % no Grã Bretanha e 0,1 % em França).

No ano de 2016, ano em que se registou o número de mais elevado de recapturas (11 recapturas no total), foi recapturado um lavagante macho que foi reintegrado no mar no primeiro ano do projeto em 2006. Este animal foi libertado no mar com 190,5 g e

capturado, 10 anos depois, com 2583 g.

Agradecimentos

Nesta que é uma fase tão importante na minha vida académica e pessoal, não podia deixar de eternizar um sentido agradecimento às pessoas que mais contribuíram para que pudesse chegar até aqui.

Aos meus pais, que sempre me incentivaram a estudar e a fazer mais e melhor por mim e que também deram sempre o máximo deles para que pudesse continuar a estudar e alcançar os meus objetivos, o meu muito obrigada! Sem o apoio deles não teria sido possível. Agradeço também aos meus irmãos, que sempre me incentivaram e se disponibilizaram a ajudar sempre que necessitasse e dando-me conselhos valiosos.

Depois do meu núcleo familiar, o meu agradecimento é para o meu namorado, Ricardo, que acompanhou toda a minha jornada na Universidade do Porto e que me ajudou a ultrapassar os momentos mais difíceis em que estive sob maior pressão. Sem a sua paciência, ajuda, compreensão e carinho, tudo teria sido muito mais complicado.

Agradeço também aos meus amigos mais próximos que compreenderam e perdoaram sempre as minhas ausências, porque a minha prioridade eram os lavagantes...

Tenho também de agradecer ao Professor Doutor Gerhard Michael Weber pela sua orientação e disponibilidade para me ajudar, esclarecer e ensinar, por todo tempo que disponibilizou para que este trabalho fosse o melhor e mais completo possível. Agradeço também a oportunidade e a confiança que depositou em mim durante estes dois anos.

Ao Doutor José Pedro Oliveira, meu coorientador, o meu mais sincero obrigada. A sua ajuda e disponibilidade foram valiosas para a realização deste trabalho. Obrigada pela orientação e pela vontade de me ajudar a chegar mais longe.

Não posso deixar de agradecer também ao pescador que trabalhou comigo durante estes dois anos, o senhor Carlos Campota, cujo profissionalismo, conhecimento do mar da Aguda, vontade de ajudar e contribuir foram essenciais. Foi uma experiência muito enriquecedora, obrigada.

Agradeço também a todos os funcionários da Estação Litoral da Aguda, que me receberam sempre bem desde o início, em especial ao Carlos por todo o apoio, ajuda e disponibilidade para implementar e criar novas ferramentas para auxiliar o meu trabalho.

Por fim, deixo também o meu agradecimento à empresa Águas de Gaia cujo apoio financeiro é imprescindível para a continuação deste projeto e a todos os colegas que antes de mim passaram pela Estação Litoral da Aguda e cujos dados eu pude trabalhar para a realização deste trabalho.

Índice

Abstract	2
Resumo	3
Agradecimentos	5
Índice	6
Lista de abreviaturas	7
1. Introdução	8
1.1. Biologia e ecologia	8
1.1.1. Longevidade	10
1.2. Distribuição geográfica e habitat	11
1.3. Reprodução	13
1.4. Iniciativas de repovoamento	15
1.5. Cultivo e desenvolvimento larval na ELA	18
1.6. Experiência de marcação e recaptura	21
1.7. Pesca de lavagante	22
1.7.1. Europa	22
1.7.2. Portugal	23
2. Materiais e Métodos	26
2.1. Local de estudo	26
2.2. Pesca experimental	27
2.3. Pesca profissional	27
2.4. Marcação dos lavagantes	28
3. Resultados	30
3.1. Análise de 2006 a 2010	30
3.2. Análise do ano 2011	32
3.3. Análise do ano 2012	32
3.4. Análise do ano 2013	33
3.5. Análise do ano 2014	34
3.6. Análise do ano 2015	34
3.7. Análise do ano 2016	35
3.8. Evolução das capturas	36
3.9. Recapturas e reintegrações no mar	41
3.10. Experiência do cultivo larval do lavagante em 2016	45
4. Discussão	47
4.1. Programas de repovoamento	51
4.2. Problemas encontrados	53
4.2.1. Repovoamento	53
4.2.2. Acesso a ovos de lavagante	54
4.2.3. Alimentação em cativeiro	55
4.3. Gestão e financiamento	56
5. Conclusão	58
6. Bibliografia	60

Lista de abreviaturas

Cc – Comprimento cefalotórax

Ct – Comprimento total

ELA – Estação Litoral da Aguda

MPAs – Áreas Marinhas Protegidas

MR – Marcação e Recaptura

PSU – *Practical salinity unit* (em português, Unidade Prática de Salinidade)

1. Introdução

1.1. Biologia e ecologia

O lavagante europeu, *Homarus gammarus* (Linneaus 1758), (figura 1), é um crustáceo decápode pertencente à infra-ordem Astacoidea e à família Nephropidae. Trata-se de uma espécie de elevado valor comercial, pelo que se encontra ameaçada pela exploração pesqueira excessiva dos seus *stocks* (Smith *et al.*, 1999; Skerrett *et al.*,



Figura 1: Lavagante europeu (*Homarus gammarus*).

O corpo dos lavagantes é segmentado e está organizado em três regiões: cabeça, tórax e abdómen, revestidas dorsal e lateralmente pela carapaça. A cabeça e o tórax encontram-se fundidos, formando assim, o cefalotórax. Cada um dos seus segmentos possui um par de apêndices modificados para desempenhar diferentes funções (sensoriais, alimentares, locomotoras (pereiópodes), natatórias (pleópodes) e reprodutoras) (Factor, 1995). O lavagante europeu tem cinco pares de pereiópodes, estando o primeiro modificado, formando as pinças. O segundo e terceiro par de pereiópodes, têm funções alimentares (possuem pequenas pinças) e os restantes, possuem funções locomotoras. Na região abdominal, o primeiro par de pleópodes forma o órgão sexual nestes animais – gonopódio, rígido nos machos e mole e reduzido nas fêmeas (figura 2).

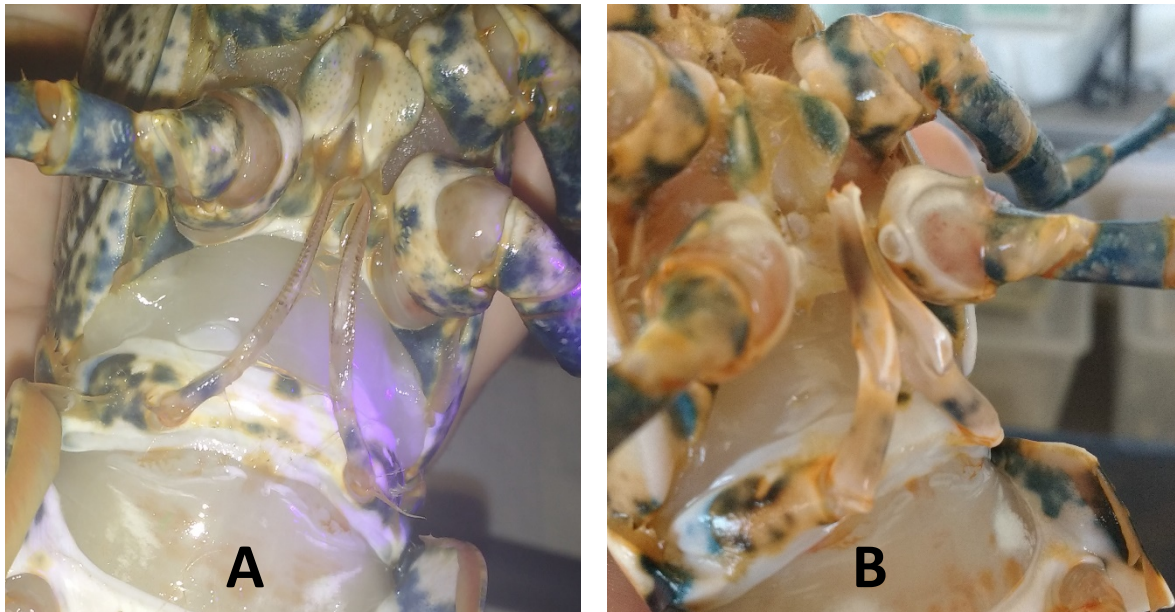


Figura 2: Gonopódios. A: Fêmea. B: Macho.

À semelhança de outros crustáceos, o crescimento dos lavagantes ocorre através da muda da sua carapaça. Durante as diferentes fases do processo da muda, o animal absorve água nos seus tecidos, o que eventualmente causa a ruptura e perda do exosqueleto.

Indivíduos que tenham mudado a carapaça recentemente são mais suscetíveis a predadores e também a infeções. Assim, para evitar estes dois efeitos adversos da muda, os lavagantes normalmente mantêm-se no seu abrigo nos dias subsequentes à ocorrência desta, até que o novo exosqueleto esteja completamente calcificado. O processo de calcificação e endurecimento pode levar desde algumas horas até semanas, dependendo do tamanho do animal (animais com exosqueletos maiores demoram mais tempo a calcificar) e da disponibilidade de cálcio (The National Lobster Hatchery www.nationallobsterhatchery.co.uk). Depois da muda estar completa, o comprimento da carapaça aumenta até 15% e o peso corporal pode aumentar para o dobro. Após a muda, normalmente, os lavagantes consomem o exosqueleto antigo, o que lhes permite reabsorver o seu cálcio facilitando o endurecimento de uma nova carapaça (The National Lobster Hatchery www.nationallobsterhatchery.co.uk; Prodöhl *et al.*, 2007).

No meio natural, estes animais alimentam-se de mexilhões, caranguejos eremitas, poliquetas, ouriços-do-mar, estrelas-do-mar, e também de peixes mortos e algumas algas (The National Lobster Hatchery www.nationallobsterhatchery.co.uk; Prodöhl *et al.*, 2007).

À medida que os lavagantes crescem, tornam-se presas mais difíceis para os predadores que normalmente são avistados no seu *habitat*. Lavagantes com mais de 50

mm de comprimento do cefalotórax dificilmente são predados, com a exceção, por exemplo, do bacalhau do Atlântico (*Gadus morhua*) e de algumas espécies de tubarões que conseguem alimentar-se de lavagantes cujo comprimento do cefalotórax pode exceder os 100 mm de comprimento (Cooper and Uzman, 1977). Os investigadores consideram que os predadores do lavagante europeu são semelhantes aos do lavagante americano, como descrito por Cooper and Uzman (1977), assim, alguns dos principais predadores de lavagantes juvenis (entre 35 e 40 mm de comprimento do cefalotórax) são o polvo (*Octopus vulgaris*) e os corvos marinhos (*Phalacrocorax aristotelis*) entre outros (Cooper and Uzman, 1977).

1.1.1. Longevidade

Os lavagantes podem viver durante vários anos, até durante várias décadas. Contudo, a determinação exata da sua idade é dificultada pela ausência de estruturas sólidas internas ou externas como as escamas ou os otólitos dos peixes (Skurdal *et al.*, 1985), as conchas dos bivalves (Schöne *et al.*, 2005) ou as placas genitais dos ouriços-do-mar (Flores, Ernst and Parma, 2010), onde são visíveis marcas (anéis) de crescimento que podem ser anuais ou diários (Vogt, 2012). A idade destes animais normalmente é estimada com base no seu tamanho corporal, sendo que se estime que alguns lavagantes capturados no passado possam ter cerca de cem anos de idade (Klapper *et al.*, 1998). Mas como a taxa de crescimento nestes crustáceos é descontínua devido ao ciclo da muda, o tamanho corporal por si só não é um indicador fiável da idade do animal. Outros indicadores da idade avançada do animal são, por exemplo, a taxa de crescimento lento e longa duração do período de inter-muda (Vogt, 2012).

Alguns métodos para determinar a idade de crustáceos são a observação do seu crescimento em cativeiro, estudos de marcação e recaptura, análise da distribuição dos comprimentos em populações selvagens, a análise da muda (ganho em termos de comprimento) e a análise da duração do período de inter-muda (Hartnoll, 2001). Uma alternativa a estes métodos que permite uma determinação mais exata da idade destes animais é a quantificação da deposição de lipofuscina em áreas específicas do cérebro (Maxwell *et al.*, 2007). Este método baseia-se no facto da deposição de lipofuscina ser continua ao longo da vida do animal (Vogt, 2012). A lipofuscina é um pigmento que se deposita sob forma de agregados resultantes da degradação de diferentes componentes celulares pelos lisossomas, é insolúvel e fica depositada permanentemente nestes agregados (Vogt, 2012).

A quantidade de lipofuscina depositada nos tecidos pode ser determinada

histologicamente, sendo normalmente quantificada em células do lobo olfatório (*OLCM Olfactory Lobe Cell Masses*) (Unglem, Belchier and Svåsand, 2005). Esta acumulação também ocorre no lobo ótico e no terminal da medula do pedúnculo do olho, e embora a sua concentração no pedúnculo ocular seja menor, a quantificação deste pigmento pode ser efetuada pela simples ablação do olho sem ser necessário sacrificar o animal (Pereira *et al.*, 2010).

A aplicação deste método apresenta algumas limitações tais como a necessidade de calibrar o método medindo a quantidade de lipofuscina em animais cuja idade é conhecida (Unglem, Belchier and Svåsand, 2005), é um método algo trabalhoso que requer recursos tecnológicos e a construção de bases de dados específicas para cada espécie antes de ser aplicada em animais de populações selvagens (Vogt, 2012).

A muda, além de ser o mecanismo pelo qual os crustáceos aumentam de tamanho corporal, também permite a renovação de tecidos, a recuperação de lesões e de membros perdidos e a irradicação de parasitas. A cada muda todo o aparelho mastigatório é renovado, bem como alguns órgãos sensoriais a ele associados (sedas) (Vogt, 2012). Além da renovação que ocorre no exterior do corpo, os crustáceos decápodes também possuem células estaminais adultas em diferentes órgãos do seu corpo (como por exemplo no hepatopâncreas, no cérebro, no sangue, entre outros tecidos) (Vogt, 2010). Estas e outras estratégias e mecanismos endógenos promovem uma renovação dos tecidos ajudando estes animais a evitar o envelhecimento e a atingir idades avançadas (Klapper *et al.*, 1998; Bodnar, 2009; Vogt, 2010; Vogt, 2012).

1.2. Distribuição geográfica e habitat

O lavagante europeu (*Homarus gammarus*) tem uma distribuição ampla na costa ocidental europeia. Ocorre desde o cabo Norte, na Noruega, à Península Ibérica, à volta dos Açores e no Mar Mediterrâneo até ao estreito de Bósforo, embora com menor prevalência (Mehrtens *et al.*, 2005; Prodöhl *et al.*, 2007) (figura 3). No Mar do Norte, existem maioritariamente na costa Britânica e na costa Norueguesa (Mehrtens *et al.*, 2005). Não ocorre no Mar Báltico, provavelmente, devido à baixa salinidade e às temperaturas extremas (Prodöhl *et al.*, 2007).



Figura 3: Distribuição geográfica do lavagante europeu (*Homarus gammarus*), (Orkney Lobster Hatchery, www.orkneylobsterhatchery.co.uk/lobsters.html)

Os lavagantes têm preferência por habitats rochosos, onde se podem abrigar e esconder (Mehrtens *et al.*, 2005). Normalmente não são observados a profundidades superiores a 50 m, mas podem ocorrer até 150 m de profundidade, normalmente em substrato rochoso ou fundos de lama e sedimentos com cavidades (The National Lobster Hatchery www.nationallobsterhatchery.co.uk; Kristiansen *et al.*, 2004, Steen and Ski, 2014).

O substrato em que habitam e a qualidade dos abrigos que encontram são alguns dos fatores podem afetar o tamanho dos lavagantes e a densidade das suas populações. Aparentemente, lavagantes maiores são mais independentes dos seus abrigos, explorando e utilizando mais o ambiente circundante (Mehrtens *et al.*, 2005; The Scottish Government www.gov.scot), enquanto que indivíduos menores (20-46 mm CL), passam mais tempo perto dos seus abrigos ou escondidos (Lawton, 1987).

Num estudo realizado em 1999 por Smith *et al.*, no Reino Unido, os autores sugeriam que o lavagante europeu tinha o pico da sua atividade durante o Verão, relacionando este pico de atividade com a temperatura mais elevada da água, corroborando os resultados obtidos por Steen and Ski (2014). Estes autores observaram também, à semelhança do que outros investigadores afirmaram anteriormente (Cooper and Uzman, 1977; Smith *et al.*, 1999), que esta espécie é maioritariamente noctívaga (pelo menos durante setembro e outubro, enquanto que em julho observaram uma maior ocupação do abrigo no período noturno e mais movimentos durante o dia o que pode ser explicado pela existência de uma elevada biomassa de algas no local que reduziu a transparência da água, bem como os níveis de luz que penetravam na coluna de água e

até ao fundo marinho, criando um ambiente quase noturno durante o dia). A ocupação de um abrigo por mais do que um lavagante é rara, mas já foi observada para o lavagante americano (*Homarus americanus*), quando as temperaturas da água são mais baixas (entre janeiro e março), e variam entre -1,8° C e -1° C (Cooper and Uzmann, 1977). Durante esta época do ano, na costa do Maine, Cooper *et al.* (1975) verificaram a existência de dois ou mesmo três indivíduos em 2 a 4 % dos esconderijos observados. Constataram também que, no caso de existir uma ocupação múltipla, os indivíduos diferiam consideravelmente de tamanho entre si (Cooper *et al.*, 1975).

1.3. Reprodução

O sucesso reprodutivo dos lavagantes depende da sua capacidade para encontrar um local apropriado para procriar, ser capaz de defendê-lo de outros machos, e atrair fêmeas para esse local (Debuse *et al.*, 2003). Na presença de múltiplos locais para procriação habitados por diferentes machos, as fêmeas têm oportunidade de escolher aquele que consideram melhor. Se, por outro lado, estes locais forem escassos, os machos tendem a competir entre si, mais intensamente, para atrair a atenção das fêmeas (Debuse *et al.*, 2003). Interações agonísticas associadas à competição por abrigos estão fortemente relacionadas com a reprodução do lavagante europeu. Observou-se que também entre os sexos há uma competição agressiva pelos abrigos (Debuse *et al.*, 2003).

Durante as semanas que antecedem a muda, as fêmeas procuram os abrigos dos machos com alguma frequência. Atema (1986), observou, em laboratório, que após passagens sucessivas pela entrada do abrigo do macho, eventualmente uma entra neste, mudando a sua carapaça e ocorrendo depois a cópula no espaço de cerca de trinta minutos. Observações laboratoriais e no campo indicam que a fêmea fica no abrigo do macho aproximadamente uma semana depois da muda, coabitando com o macho no abrigo (Atema (1986)). Enquanto a fêmea permanece no abrigo, o macho protege-a de outros machos que se possam aproximar (Templeman, 1934; Debuse *et al.*, 2003). Se, no entanto, na altura em que faz a muda, a fêmea não conseguir copular com um macho ou se a quantidade de esperma armazenado nos seu receptáculos seminais for insuficiente, pode copular novamente. O esperma pode ser armazenado, pelas fêmeas, sem perder as suas características por um período de até dois anos (Templeman, 1934). Este comportamento está descrito para o lavagante americano (*Homarus americanus*) há mais de duas décadas (Waddy and Aiken, 1990). Skog (2009), sugeriu que a cópula no período entre mudas é regulada pela libertação, pela fêmea, de uma feromona sexual, detetada pelas anténulas do macho.

Os lavagantes só atingem a maturidade sexual entre os cinco e os oito anos de idade, dependendo da temperatura da água (Prodöhl *et al.*, 2007).

Os lavagantes têm um ciclo de vida complexo que envolve várias metamorfoses e várias fases larvares (figura 4). Normalmente, o acasalamento e a fertilização dos ovos ocorrem no fim do verão e o desenvolvimento embrionário ocorre por um período de nove a onze meses (Mehrtens, 2008).

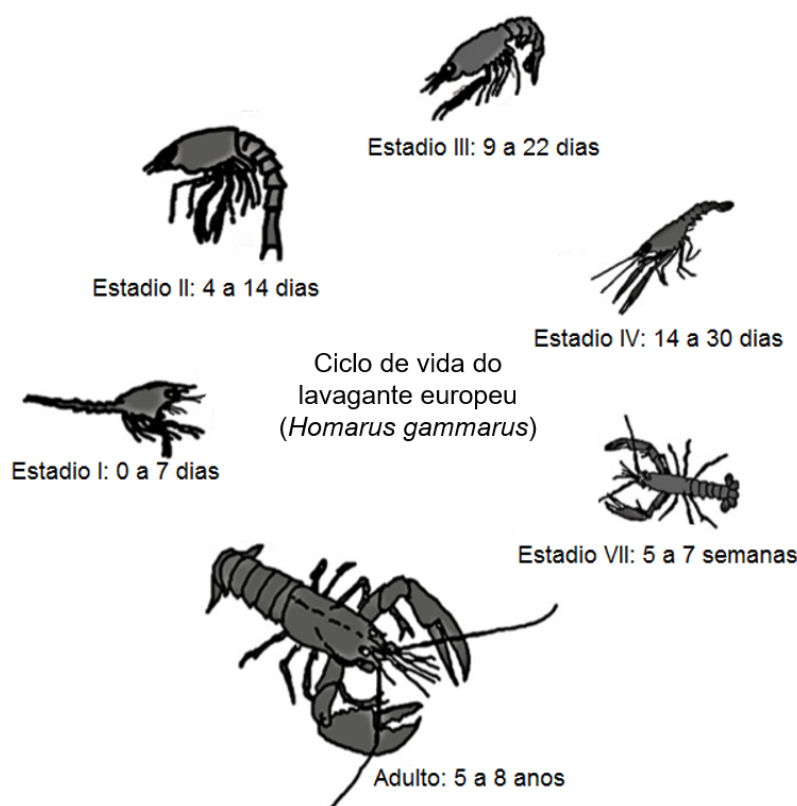


Figura 4: Ciclo de vida do lavagante europeu, *Homarus gammarus* (adaptado de Orkey Loster Hatchery www.orkneylobsterhatchery.co.uk/lobsters.html). Uma fêmea adulta pode produzir até 2000 ovos. No mar, a taxa de sobrevivência dos juvenis até atingirem a maturidade sexual é de 1 para cada 20 000. Na imagem estão representados os diferentes estados larvares (estado I a estado IV), o estado de juvenil (estado V em diante) e um lavagante adulto. Para atingir um novo estado de desenvolvimento, as larvas e/ou os juvenis sofrem uma muda.

Os ovos fertilizados desenvolvem-se sob proteção das fêmeas, enquanto ainda estão presos aos seus pleópodes. Os ovos vão mudando de cor à medida que os embriões se desenvolvem, passando de pretos a alaranjados (Schmalenbach, 2009). O fator que mais influencia o desenvolvimento embrionário é a temperatura da água (MacDiarmid and Saint-Marie, 2006).

A fase naupliar dos lavagantes decorre ainda dentro do ovo, sendo que à medida

que o desenvolvimento embrionário ocorre o nauplio sofre várias mudas que lhe permitem desenvolver novas estruturas. Este aumento de complexidade do animal, resulta num pós-nauplius (Factor, 1995). No momento da eclosão liberta-se a pré-larva. Na primeira, segunda e terceiras fases larvares, as larvas de lavagante são planctónicas. A passagem para a quarta fase larvar, é considerada uma metamorfose e a larva começa a parecer-se com um indivíduo adulto em miniatura (pós-larva). Esta, marca o início da passagem da vida planctónica para a vida bentónica. Na passagem para pós-larva, o segundo par de antenas desenvolve-se e os pleópodes tornam-se mais fortes e duros passando a assumir a função natatória (Factor, 1995).

As larvas de lavagante são omnívoras e oportunistas, alimentando-se de fito- e zooplâncton (copépodes, larvas de decápodes, larvas de gastrópodes, etc.) (Ennis, 1995; Kristiansen *et al.*, 2004).

À semelhança do que acontece com as outras espécies da infra-ordem Astacoidea (*Homarus americanus* e *Nephrops norvegicus*), os ovos do lavagante europeu são libertadas pelas fêmeas, normalmente ao final do dia, graças a batimentos rápidos dos seus pleópodes em intervalos de tempo muito curtos (Ferrero *et al.*, 2002). Em *Homarus* spp., o período de eclosão dos ovos pode demorar desde alguns dias até mais de quatro semanas e podem ser lançados até 2.000 ovos por dia (Ennis, 1995).

1.4. Iniciativas de repovoamento

O aumento da população mundial e o consequente aumento pela procura de alimentos, transformou o sector pesqueiro fazendo com que este passasse a exercer uma pressão maior sobre o ambiente marinho, levando, muitas vezes, a uma sobre-exploração dos *stocks* existentes. A sobre-exploração dos recursos marinhos, combinada com a destruição de habitats e ecossistemas tornou-se num dos maiores problemas provocados por este sector (Jackson *et al.*, 2001).

Uma das soluções que surgiu para resolver estes problemas foi a libertação no meio natural de juvenis das espécies ameaçadas, criados em cativeiro. Segundo Araki and Schmid (2010), esta criação em cativeiro pode ter três objetivos:

- i) produção de exemplares para comercialização;
- ii) libertação de juvenis no meio natural com vista a aumentar as populações existentes;
- iii) conservação dos recursos naturais (não apenas aumentar a população mas contribuir para a sustentabilidade do *stock* selvagem).

Uma das formas utilizadas para repor e aumentar as populações de lavagantes em áreas em que esta espécie é ameaçada pela sobrepesca, é libertar indivíduos em zonas em que os habitats disponíveis sejam favoráveis à fixação destes, bem como controlando os fatores que põem em risco a sua sobrevivência e permanência nessas áreas (Jørstad *et al.*, 2009; Araki and Schmid, 2010). O repovoamento pode ajudar a acelerar o processo de recuperação e evitar que os períodos de restrição à pesca se prolonguem no tempo (Green, Gardner and Meeren, 2013).

A criação de juvenis de lavagante em maternidades foi implementada porque é difícil recolher pós-larvas e juvenis de *Homarus* sp. do ambiente natural em números satisfatórios para os fazer crescer em cativeiro e porque, uma vez que os lavagantes têm uma fase larvar relativamente curta, é possível criá-los em cativeiro desde o ovo (Addison and Bannister, 1994).

Os primeiros trabalhos publicados indicam que o cultivo em cativeiro do lavagante americano (*Homarus americanus*) começou em 1870 (Anonymous, 1876) e que a cultura do lavagante europeu (*Homarus gammarus*) começou por volta de 1860 (Moquin-Tandon and Soubeiran, 1865). O objetivo da maior parte das maternidades era criar juvenis em grandes números para posteriormente os devolverem ao mar em zonas em que o fundo marinho fosse apropriado para o seu desenvolvimento (Howard and Bennett, 1979; Howard, 1982). Naquela altura, os cientistas pensaram que se libertassem os lavagantes depois de eles atingirem o estado de pós-larva, isso iria ajudar a diminuir a elevada taxa de mortalidade que ocorre durante a fase larval (Addison and Bannister, 1994).

Na maioria das iniciativas de repovoamento, as fêmeas ovadas são pescadas ou compradas a comerciantes locais e mantidas nas maternidades até às larvas eclodirem (Ellis *et al.*, 2014). Normalmente, as larvas são mantidas juntas do estado I até ao estado IV, geralmente, em cones *Kreisel* onde o fluxo da água e/ou do ar reduzem a deposição das larvas no fundo e, conseqüentemente, o canibalismo (Beard *et al.*, 1985).

Quando as larvas atingem o IV estado larvar (pós-larva) e começam a nadar, normalmente são separadas e colocadas em compartimentos individuais para continuarem a crescer, evitando-se o canibalismo entre larvas, com o objetivo de serem libertadas no mar numa fase posterior do seu desenvolvimento (Ellis *et al.*, 2014).

Para a monitorização e o reconhecimento dos animais criados em cativeiro ser mais fácil, os animais começaram a ser marcados (Addison and Bannister, 1994) e as operações de lançamento começaram a ser cuidadosamente planeadas e o local de lançamento escolhido tinha de oferecer as condições ideais para o desenvolvimento dos lavagantes, sendo constituído por substrato rochoso para oferecer proteção contra os predadores e fortes correntes marítimas e ainda para que todos os comportamentos naturais e adaptativos fossem estimulados (Howard and Bennett, 1979; Botero and

Atema, 1982; Lawton, 1987).

As ações de repovoamento têm sido levadas a cabo em locais onde a redução dos *stocks* locais é grande, por exemplo devido a desastres ambientais como derramamento de petróleo. Nos Estados Unidos foi implementado um programa para libertação de lavagantes americanos juvenis depois de um derrame de petróleo na zona de Rhode Island, no entanto, neste caso, a ação de repovoamento não foi bem sucedida e a população continua ameaçada (Green, Gardner and Meeren, 2013). Na Europa, iniciativas de repovoamento têm sido concretizadas por diversos países entre os quais a Noruega, o Reino Unido, a Irlanda, a França, a Alemanha, a Espanha e a Itália.

Na Noruega, os desembarques de lavagante europeu têm vindo a diminuir nas últimas décadas, passando de valores de capturas que atingiam as 1.000 toneladas na década de 60 do século XX, para valores entre 30 a 60 toneladas atualmente (Agnalt *et al.*, 1999, 2007). Assim, no início de 1990, foi iniciada uma experiência nas Ilhas de Kvitsøy para perceber se a libertação de exemplares desta espécie criados em cativeiro, podiam ser utilizados para estabilizar o recrutamento e ajudar a aumentar o *stock* local a longo prazo (Agnalt *et al.*, 1999). Fêmeas selvagens e fertilizadas foram capturadas para obtenção de ovos e consequente produção de juvenis (Agnalt *et al.*, 1999). Os juvenis foram mantidos em cativeiro durante nove meses e libertados quando tinham entre 30 e 40 mm de comprimento total. Antes de serem libertados, todos os juvenis foram marcados para poderem ser posteriormente identificados se fossem recapturados. Entre 1990 e 1994 foram libertados 128.000 juvenis de lavagante produzidos em cativeiro na Noruega (Agnalt *et al.*, 1999).

Entre os anos de 1997 e 2001, 50 a 60 % de todos os lavagantes capturados eram lavagantes criados em cativeiro (Agnalt *et al.*, 2004). Estes autores verificaram em 2007 e 2008 que as fêmeas cultivadas maturaram com o mesmo tamanho que as fêmeas selvagens e que produziram ovos em quantidade e qualidades equivalentes, contribuindo para a pesca local em Kvitsøy, e revelando o potencial destes animais para o aumento do *stock* local (Agnalt *et al.*, 1999, 2004). Adicionalmente, o número de fêmeas cultivadas capturadas indicou que estes animais se reproduziram com sucesso. Ainda assim, o sucesso destes programas era dependente da viabilidade dos descendentes dos animais cultivados quando comparados com os descendentes de espécimes selvagens (Jørstad *et al.*, 2009).

É possível criar os lavagantes em cativeiro até atingirem tamanho comercial desde o ovo, mas uma vez que os lavagantes crescem muito lentamente isso iria levar muito tempo e o custo de produção seria muito elevado (Van Olst *et al.*, 1975; Beard *et al.*, 1985; Addison and Bannister, 1994). Ainda assim, é possível diminuir o tempo de crescimento dos lavagantes usando água a temperaturas mais elevadas, fazendo com os

lavagantes atinjam o tamanho comercial em dois anos em vez dos cinco a oito anos necessários no ambiente natural (Van Olst *et al.*, 1976; Van Olst, Carlberg and Hughes, 1980).

1.5. Cultivo e desenvolvimento larval na ELA

O sistema para cultivo de lavagantes na ELA é composto por diferentes partes, dentre as quais constam dois tanques de 320 L para albergar fêmeas (figura 5) (90 cm de comprimento x 90 cm largura x 40 cm altura), tanques para as larvas com capacidade para 50 l cada (figura 6) e tanques para juvenis (figura 7). Todos estes tanques dispõem de sistemas de filtração mecânica, biológica e química e a água nestes sistemas é mantida entre 18° a 20° C (em conformidade com Browne *et al.*, 2009). Foi tomado em consideração que as fêmeas não devem ser expostas a salinidades inferiores a 30 PSU, uma vez que parecem existir evidências que salinidades mais baixas podem comprometer a viabilidade das larvar (Wickins, Beard and Child, 1995).



Figura 5: Tanques para fêmeas (90 cm comprimento x 90 cm largura x 40 cm de altura) (fotografia do arquivo da ELA).



Figura 6: Tanques para larvas (50 l de capacidade) (fotografia do arquivo da ELA).



Figura 7: Tanques para juvenis (fotografia do arquivo da ELA).

As fêmeas normalmente foram compradas aos comerciantes (donos de “viveiros”) que abastecem os restaurantes locais. Estas foram depois colocadas nos tanques supra descritos (figura 5), na Sala de Cultivo da ELA com temperatura-ambiente controlada.

Depois de eclodirem, as larvas foram recolhidas, contadas e transferidas para os tanques das larvas (figura 6), utilizando uma rede com 0,5 mm de largura de malha e mantidas nesses tanques até atingirem a IV fase larvar. Os parâmetros físicos e químicos da água foram monitorizados diariamente (pH, salinidade e temperatura).

Para evitar o canibalismo entre larvas, depois de estas atingirem o estágio IV (pós-larva) eram separadas e colocadas em tanques (36 cm largura x 20 cm altura x 60 cm de comprimento) com compartimentos individuais de três tipos (figura 8), de acordo com o seu tamanho. A distribuição de água nestes sistemas era efetuada por uma bomba com débito de 40 l/min. O sistema possuiu filtração biológica, escumação e esterilização por radiação ultravioleta. Para promover uma melhor circulação e distribuição da água, todos os tanques tinham um sistema de chuveiro no topo, independentemente do tipo de separação utilizado. Adicionalmente, para potenciar este efeito, todas as separações foram colocadas a uma distância de 5 cm do fundo dos tanques. Do estado I ao estado IV, as larvas foram alimentadas com alimento composto, *Krill* (Carere *et al.*, 2015) e *Artemia Nauplii*. As pós-larvas e os juvenis foram alimentadas com zooplâncton vivo (nauplii de *Artémia spp.*), *Artémia* adulta congelada, pedacinhos de sardinha (*Sardina pilchardus*) e lulas (*Loligo spp.*). Os tanques eram limpos diariamente.

Quando as larvas sofriam a metamorfose para o estado IV, eram transferidas para os tanques com as separações de tipo I descritas anteriormente. A água nestes tanques foi trocada diariamente (30 % do volume total de cada tanque). À medida que foram crescendo, as larvas/juvenis foram sucessivamente transferidas entre tanques com diferentes separações: primeiro para os tanques com separações do tipo II e depois para tanques com separações do tipo III. Em cada uma das separações foram introduzidas porções de tubos de PVC para estimular o desenvolvimento do comportamento de procura de refúgio e tornar as condições de cultivo o mais próximas possível das condições que estes animais encontrariam no meio natural, promovendo uma melhor adaptação ao meio quando foram libertados.



Figura 8: Tipos de recipientes utilizados para albergar os lavagantes juvenis à medida que vão crescendo.

No dia 1 de Agosto de 2016 ocorreu uma postura. As larvas foram recolhidas e mantidas em pequenos aquários de vidro (30 cm de comprimento x 17 cm de largura x 21 cm de altura). A água nestes aquários foi trocada diariamente (entre 30 a 50 % do volume total) e os parâmetros físicos-químicos da água monitorizados. Depois de atingirem o IV estado, o processo acima descrito foi repetido.

1.6. Experiência de marcação e recaptura

Ao longo dos anos, e em vários países do mundo, têm sido realizados estudos com vista a monitorizar de forma mais eficiente *stocks* de diferentes espécies de crustáceos decápodes, bem como conhecer melhor o seu comportamento no meio natural, como por exemplo, em Inglaterra (*Homarus gammarus*: Smith *et al.*, 1999; Steen and Ski, 2014), na África do Sul (*Jasus lalandii*: Atkinson *et al.*, 2005), no México (*Palinurus* sp.: Bello *et al.*, 2005, entre outros). Os métodos passíveis de serem utilizados para este tipo de estudo são diversos, podendo ser mais simples, como métodos de marcação e recaptura, ou mais complexos, como sistemas envolvendo dispositivos de telemetria acústica ou eletromagnética (Wolcott and Hines, 1996; Smith *et al.*, 2001;

Giacalone *et al.*, 2006).

No caso apresentado nesta tese, o método utilizado para o estudo do *stock* do lavagante europeu na Praia da Aguda ao longo destes dez anos foi o método de marcação e recaptura (MR) que permitiu estimar a dimensão da população local e avaliar a sobrevivência dos exemplares libertados (Skerritt, 2012). A marcação dos indivíduos foi feita com implantes de elastómero visíveis (“VIE tags”) comercializados pela empresa Northwest Marine Technologies (www.nmt.us).

1.7. Pesca de lavagante

1.7.1. Europa

A pesca é um sector económico muito importante em todo o mundo. Em 2006, 43,5 milhões de pessoas estavam diretamente envolvidas em atividades relacionadas com a produção de peixe, seja através da pesca ou da aquacultura (FAO, 2010). Até 2008, os produtos resultantes desta atividade representavam 15 % da ingestão de proteína *per capita*, de mais de 2,9 biliões de pessoas (FAO, 2010). A FAO salienta a importância de implementar medidas de gestão efetivas, uma vez que 80 % dos *stocks* mundiais de peixe, sobre os quais existe informação disponível, estão declarados como explorados ou sobre explorados.

Relativamente ao lavagante europeu, as suas capturas têm vindo a aumentar desde 1980, mas de forma não regular. Em 2011 foi atingido um pico de capturas (5.681 toneladas). Em 2013 este valor foi menor, tendo sido capturadas 4.571 toneladas de lavagantes europeus (FAO).

Dados disponibilizados pelo EUMOFA (European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture <http://www.eumofa.eu>) mostram que este aumento das capturas de lavagantes europeus é acompanhado por uma descida do seu valor comercial, sendo este aproximadamente 12 € / kg em 2013 (gráfico 1).

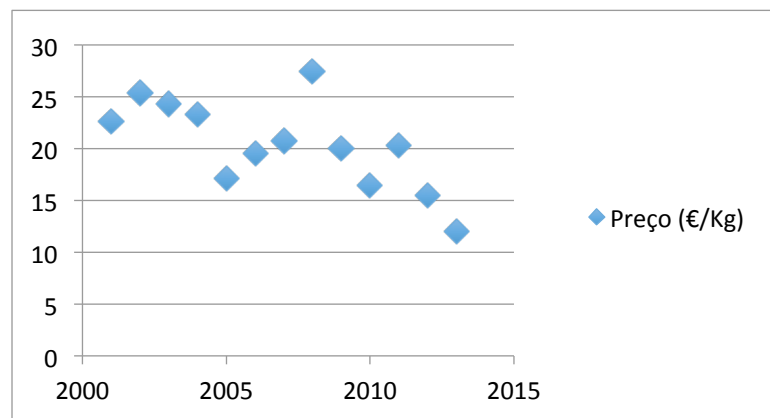


Gráfico 1: Variação do preço do lavagante europeu (*Homarus gammarus*) na Europa até 2013 (EUMOFA).

1.7.2. Portugal

Em Portugal não se utilizam artes de pesca especificamente para a captura do lavagante. Na Praia da Aguda, estes animais são capturados sobretudo com covos (armadilhas utilizadas na pesca do polvo (*Octopus vulgaris*)) e por vezes ficam presos nas redes utilizadas na pesca de outras espécies, como o robalo (*Dicentrarchus labrax*). Noutras regiões do país, mais uma vez, não são empregues técnicas específicas para capturar lavagantes, sendo estes capturados sobretudo por arrastões e embarcações que aplicam artes polivalentes (na rede de cerco não entra nenhum animal bentónico).

Relativamente às capturas deste animal, a situação é semelhante ao observado no resto da Europa, tendo vindo a aumentar nos últimos anos. Dados relativos aos anos de 2002 a 2015, disponibilizados pela DOCAPESCA (<http://www.docapesca.pt>), revelam um aumento das capturas, bem como a descida do valor comercial da espécie nos últimos anos (gráfico 2 e 3). No ano de 2015 foram capturados 4.828,3 kg de lavagante europeu a um valor médio de 15,21 € por kg.

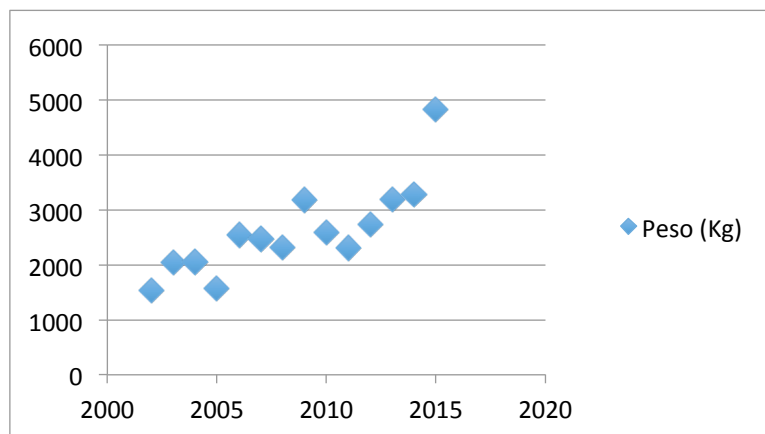


Gráfico 2: Variação das capturas do lavagante europeu (*Homarus gammarus*) até 2015, em Portugal (DOCAPESCA).

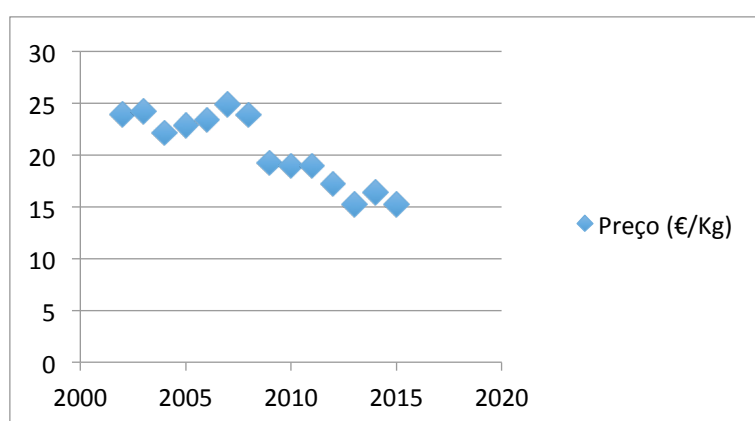


Gráfico 3: Variação do preço do lavagante europeu (*Homarus gammarus*) em Portugal até 2015 (DOCAPESCA).

Em Portugal continental, as lotas que registam valores mais elevados de capturas de lavagante são Vila do Conde, Peniche, Sagres e Vila Real de Santo António. Dos anos de 2002 a 2015, só no ano de 2007 é que se encontram registos referentes à Praia da Aguda, com um total de 4 kg (o que demonstra a dificuldade de análise deste género de informações). Na tabela 1 apresenta-se um resumo destes dados. Enquanto no centro e no sul do país, as capturas registam valores muito elevados e que têm vindo a aumentar de ano para ano (com exceção de Vila Real de Santo António, no Algarve), no norte do país, as capturas de lavagante europeu têm vindo a diminuir.

Tabela 1: Desembarques do lavagante europeu (*Homarus gammarus*) nas principais lotas de Portugal continental de 2002 a 2015 (DOCAPESCA).

Desembarques do lavagante europeu (<i>Homarus gammarus</i>) nas principais lotas de Portugal Continental								
	Vila do Conde		Peniche		Sagres		V.R.Sto António	
Ano	Peso (kg)	Preço (€)	Peso (kg)	Preço (€)	Peso (kg)	Preço (€)	Peso (kg)	Preço (€)
2002	172	3748	241	4961	609	15843	5	125
2003	209	3924	131	2705	550	14517	531	14619
2004	37	745	192	3698	657	15197	381	9943
2005	180	3663	75	1375	514	12326	204	5430
2006	336	7283	128	2525	659	16499	685	17592
2007	377	8788	195	3863	604	17145	531	14221
2008	298	6598	178	3562	553	15505	536	13790
2009	277	5739	629	10184	859	18690	290	7024
2010	257	4693	386	6069	556	12196	326	6791
2011	315	5752	656	11660	577	13311	394	8744
2012	181	3390	932	15128	394	8421	130	3036
2013	105	1975	914	12574	615	13005	78	1893
2014	110	1960	1070	15221	484	10683	193	4671
2015	57	937	2279	31095	512	12037	101	2727

2. Materiais e Métodos

2.1. Local de estudo

Ao longo de dez anos, desde 2006 a 2015, entre maio e setembro de cada ano, a ELA tem proporcionado meios para que se proceda à pesca experimental do lavagante europeu na Praia da Aguda, uma região pertencente ao concelho de Vila Nova de Gaia situada a 9 km do estuário do rio Douro (figura 9).



Figura 9: Localização da área de pesca experimental em frente da Praia da Aguda (Google Earth, 2016).

Esta área tem relevância para o estudo da população de lavagante por se localizar em frente de uma vila piscatória, onde a pesca deste marisco assume uma elevada importância económica.

A análise dos dados obtidos ao longo de dez anos, poderá ajudar a avaliar a evolução do *stock* deste crustáceo na Praia da Aguda, bem como o sucesso do próprio programa de marcação e recaptura, implementado pela primeira vez em 2006.

2.2. Pesca experimental

Para proceder às capturas dos animais foram utilizadas armadilhas construídas pela ELA, denominadas nassas, com as seguintes dimensões: 70 cm largura x 39 cm altura x 70 cm comprimento e 5 cm malha da rede envolvente. Possuem boias identificativas e numeradas, para facilitar o seu controlo. A abertura das nassas é relativamente flexível, contudo, em repouso, tem um diâmetro de 15 cm.

No ano de 2015 e 2016, as nassas foram transportadas a bordo da embarcação de pesca artesanal “Irmãos Unidos” do pescador Carlos Campota (P20-001-59L). As armadilhas foram lançadas em locais preferencialmente de fundo rochoso, favorável à ocorrência de lavagantes, e os locais onde foram colocadas, marcados com GPS à semelhança dos anos anteriores. As profundidades nos locais de pesca variavam entre oito e dez metros.

Em dias alternados, as armadilhas foram aladas para verificar que animais tinham sido capturados, iscadas e lançadas ao mar novamente. Como isco foram utilizadas as seguintes espécies: cavala (*Scomber japonicus*), congro (*Conger conger*), sardinha (*Sardina pilchardus*) e faneca (*Trisopterus luscus*), colocados em sacas feitas de rede quadrada plástica com malha de 1 cm.

Já nas instalações da ELA, os dados biométricos de cada lavagante capturado foram recolhidos, medindo-se os comprimentos do cefalotórax e total e registando-se o peso, recorrendo a uma balança de precisão. O sexo do animal e o código de marcação, quando se trata de um lavagante marcado e recapturado, também foram registados. Depois de recolhidos estes dados foi atribuído um número de identificação a cada animal, para que seja sempre possível distinguir os diferentes indivíduos mantidos nas instalações da ELA.

2.3. Pesca profissional

A frota pesqueira diminuiu de onze para cinco embarcações entre 2006 e 2016. Os barcos utilizados na pesca artesanal na Praia da Aguda são de madeira, têm 7 m de comprimento e são movidos por motores fora de bordo de 60 a 90 CV. Na Praia da Aguda é possível pescar durante cerca de 190 dias por ano. Os pescadores utilizam diferentes artes de pesca como redes de emalhar e enredar, à superfície e ao fundo, para pescar camarões e diversas espécies de peixes; aparelhos de anzóis para pescar robalos e congros (*Conger conger*); e armadilhas para capturar polvos e crustáceos.

Ao longo dos anos, os lavagantes capturados pelos pescadores profissionais da Praia da Aguda têm sido entregues na ELA para recolha de dados biométricos e, quando

marcados, do código de marcação. Os animais com tamanho inferior ao tamanho mínimo de captura permitido por lei (8,5 cm de comprimento total, segundo o Anexo XII do Regulamento (CE) nº 850/98 [Artº 48º, nº 3 do Decreto Regulamentar 43/87]), foram mantidos nas instalações da ELA até setembro de cada ano e, posteriormente, marcados e devolvidos ao mar. Quando os lavagantes eram de maiores dimensões e possuíam o tamanho mínimo para poderem ser vendidos legalmente, os dados biométricos eram recolhidos seguindo o mesmo procedimento e os animais devolvidos aos pescadores para serem vendidos ou, por vezes, eram comprados aos pescadores, repetindo-se o processo supra descrito.

2.4. Marcação dos lavagantes

Para avaliar a evolução da população do lavagante europeu ao longo dos anos na Praia da Aguda foi utilizado o método de marcação e recaptura de indivíduos (“mark and recapture method”). Este método baseia-se na captura, medição, pesagem e marcação dos animais no abdómen com um código de cores. O *kit* de marcação utilizado era da NMT–“Northwest Marine Technologies” (www.nmt.us). Este *kit* era constituído por cores diferentes que podiam ser utilizadas isoladamente ou combinadas entre si. As cores eram visíveis sob luz UV, fornecida por uma lanterna também incluída no *kit*.

À semelhança de anos anteriores, os lavagantes foram marcados com combinações de cores em dois segmentos abdominais. Para aumentar o número de combinações de marcações possíveis consideraram-se sete segmentos abdominais e não seis (sendo que o primeiro destes, pertence ao cefalotórax). Os animais foram marcados diretamente no músculo para evitar que a marcação se perdesse durante a muda.

Em 2015 e 2016 as cores utilizadas foram o vermelho e o verde. Antes de se iniciar o processo de marcação dos lavagantes, o reagente que confere cor e o elastómero tinham de ser misturados num rácio de 10:1. Quando se executou este passo era necessário ter algum cuidado para não contaminar a seringa que continha o elastómero. Se o elastómero contactava com os reagentes coloridos, a sua eficácia podia ficar comprometida (www.nmt.us). O método de preparação dos marcadores foi seguido conforme descrito nas instruções que acompanhavam o *kit*.

Quando recapturados, a identificação do código de marcação era quase sempre possível a olho nu. No entanto, as cores eram sempre confirmadas com o auxílio da lanterna de luz UV (figura 10).

Aquando do processo de marcação, os parâmetros biométricos foram novamente registados, para que possamos avaliar o crescimento dos animais durante o período em

que estiveram em cativeiro. Após a marcação, os animais permaneceram em cativeiro por mais uma semana antes de serem libertados no mar.

Nos anos de 2015 e 2016 foram marcados 72 animais.

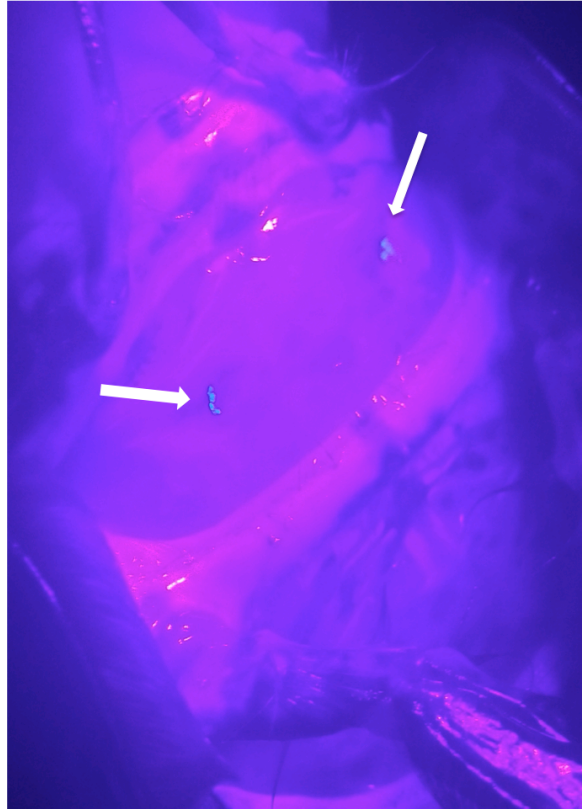


Figura 10: Fêmea de lavagantes recapturada no ano de 2016, apresentando duas marcas verdes (assinaladas pelas setas) no segundo segmento abdominal.

3. Resultados

Neste capítulo são apresentados os resultados anuais do “Projeto de Marcação e Recaptura do Lavagante Europeu, *Homarus gammarus*, na Praia da Aguda”, obtidos desde o ano 2006 até ao ano de 2016. A análise dos anos 2006 a 2010 será realizada em conjunto por já existir um trabalho que reúne a informação obtida durante os mesmos.

3.1. Análise de 2006 a 2010

Entre 2006 e 2010 foram capturados 219 animais na Praia da Aguda, 106 machos (tabela 2) e 113 fêmeas (tabela 3) e dois animais com sexo ainda indefinido. O ano de 2006 foi o ano que registou mais capturas, ascendendo estas a um total de 81 indivíduos pescados. Em 2006, 49,4 % de todos os lavagantes capturados eram machos e 48,2 % eram fêmeas. Os restantes 2,5 % corresponderam a indivíduos cujo sexo ainda não era identificável ou que morreram nas armadilhas.

Em 2007 foram capturados apenas 24 lavagantes, representando uma quebra de quase 70 % relativamente ao primeiro ano do projeto. Nas armadilhas entraram 9 machos (37,5 %) e 15 fêmeas (62,5 %).

Durante o ano de 2008, foram capturados 15 lavagantes na Praia da Aguda, sendo este o valor de capturas mais baixo registado até ao presente. Destes animais, 46,6 % eram machos e 53,3 % eram fêmeas.

As primeiras recapturas foram registadas em 2009, tendo sido registados 6 animais durante a época de pesca. Durante o verão de 2009 foram capturados 48 animais numa relação de 21 machos (43,8 %) e 27 fêmeas (56,3 %).

No ano de 2010 foram pescados 29 machos (52,7 %), 24 fêmeas (45,5 %) e um animal cujo sexo não foi possível identificar. Em 2010 foram recapturados 6 animais.

Tabela 2: Machos de lavagante capturados entre 2006 e 2010. Na penúltima coluna, Ind. refere-se aos animais cujo sexo não pode ser identificado.

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Ind.	Total
2006	0	0	0	1	8	16	11	4	0	0	0	0	2*	42
2007	0	0	0	0	0	0	5	3	0	0	1	0	0	9
2008	0	0	0	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	7
2009	0	0	0	0	0	14	7	0	0	0	0	0	0	21
2010	0	0	0	2	13	3	1	8	0	1	0	1	0	29

* um dos indivíduos foi capturado em junho e o outro em maio.

Na tabela 4 encontram-se os mesmos totais, mas separados pelo tipo de pesca pelo qual os animais foram capturados (pesca experimental ou pesca profissional) desde 2006 até 2010.

Em 2006, a maioria das capturas registradas foi efetuada por pescadores profissionais (85,2 %) enquanto a pesca experimental registou apenas 14,8 % das capturas. Durante o verão de 2006, as nassas da ELA foram lançadas 35 vezes.

Tabela 3: Fêmeas de lavagante capturadas entre 2006 e 2010. Na penúltima coluna, Ind. refere-se aos animais cujo sexo não pode ser identificado.

Ano	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Ind.	Total
2006	0	0	0	3	9	10	8	8	1	0	0	0	0	39
2007	0	0	0	0	0	0	12	1	0	0	2	0	0	15
2008	0	0	0	0	2	2	4	0	0	0	0	0	0	8
2009	0	0	0	0	0	14	9	0	1	3	0	0	0	27
2010	1	0	0	2	8	5	3	5	0	1	0	0	1*	25

* Indivíduo capturado em maio de 2010.

Em 2007, a tendência para maiores capturas de pesca profissional manteve-se, registrando 83,3 % do total, contra os 16,7 % registrados para a pesca experimental. Durante o verão de 2007, as armadilhas da ELA foram utilizadas 25 vezes.

Durante 2008, observou-se a mesma tendência, com as capturas dos pescadores profissionais a representar 93,3 % do total de lavagantes capturados. Em 2008, as armadilhas da ELA foram utilizadas 25 vezes.

No ano de 2009, as capturas da pesca experimental aumentaram ligeiramente para 14,6 % do total das capturas, enquanto as capturas da pesca profissional representaram 85,4 % do total. Em 2009, as armadilhas foram utilizadas 37 vezes e em 2010 foram utilizadas 46 vezes.

No verão de 2010, as capturas da pesca profissional representaram 74,5 % do total das capturas e as capturas da pesca experimental representaram 25,5 % do total de capturas registradas.

Tabela 4: Resultados das pescas profissional e experimental de lavagante na Praia da Aguda entre 2006 e 2010.

Ano	Pesca Experimental			Pesca Profissional			Total
	Machos	Fêmeas	Indefinido	Machos	Fêmeas	Indefinidos	
2006	7	5	0	33	34	2	81
2007	2	2	0	7	13	0	24
2008	1	0	0	6	9	0	15
2009	3	4	0	18	23	0	48
2010	7	6	1	22	19	0	55

3.2. Análise do ano 2011

Durante a temporada de pesca de 2011, foram capturados 40 lavagantes. Destes, 57,5 % eram machos e 42,5 % eram fêmeas (tabela 5). No mês de junho efetuaram-se 42,5 % das capturas registradas em 2011 (tabela 5).

Tabela 5: Lavagantes capturados em 2011.

2011	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Ind	Total
Machos	0	0	0	0	8	6	4	4	1	0	0	0	0	23
Fêmeas	0	0	0	0	0	11	3	1	2	0	0	0	0	17
Total	0	0	0	0	8	17	7	5	3	0	0	0	0	40

No que respeita ao tipo de pesca pelo qual foram capturados, 60 % dos animais foram capturados por pescadores profissionais (tabela 6).

Tabela 6: Capturas totais de lavagantes por tipo de pesca em 2011.

2011			
	Pesca Experimental	Pesca Profissional	Total
Machos	9	14	23
Fêmeas	7	10	17
Indefinido	0	0	0
Total	16	24	40

3.3. Análise do ano 2012

Em 2012 registou-se uma descida de 32,5 % no total das capturas em relação a 2011, com apenas 27 lavagantes capturados. Destes, 17 eram machos (63 %) e 10 eram fêmeas (37 %) (tabela 7). As capturas realizadas pelos pescadores representaram 63,0 % das capturas totais (tabela 8).

Tabela 7: Lavagantes capturados em 2012.

2012	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Ind	Total
Machos	0	0	0	0	2	7	4	2	2	0	0	0	0	17
Fêmeas	0	0	0	0	0	4	2	2	2	0	0	0	0	10
Total	0	0	0	0	2	11	6	4	4	0	0	0	0	27

Tabela 8: Capturas totais de lavagantes por tipo de pesca em 2012.

2012			
	Pesca Experimental	Pesca Profissional	Total
Machos	6	11	17
Fêmeas	4	6	10
Indefinido	0	0	0
Total	10	17	27

3.4. Análise do ano 2013

Em 2013 foram capturados 53 lavagantes. Durante a época de 2013 não foram capturadas quaisquer fêmeas, representando os machos 96,2 % do total das capturas e os animais cujo sexo não pôde ser definido 3,9 % do total (tabela 9). A maioria das capturas registou-se em junho e agosto (63,5 % do total das capturas registadas em 2013), (tabela 9).

Tabela 9: Lavagantes capturados em 2013.

2013	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Ind	Total
Machos	0	0	0	0	1	19	8	14	7	1	0	0	0	50
Fêmeas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Indefinido	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
Total	0	0	1	0	1	19	8	14	8	1	0	0	0	52

Em 2013, as capturas da pesca experimental representaram 65,4 % das capturas totais (tabela 10). Este foi o primeiro ano em que as capturas da pesca experimental ultrapassaram as capturas realizadas pelos pescadores profissionais. Durante os anos de 2011 e 2012 registou-se um ligeiro decréscimo das capturas realizadas pelos pescadores profissionais e um pequeno aumento das capturas resultantes da pesca experimental.

Tabela 10: Capturas totais de lavagante por tipo de pesca em 2013.

2013			
	Pesca Experimental	Pesca Profissional	Total
Machos	34	16	50
Fêmeas	0	0	0
Indefinido	0	2	2
Total	34	18	52

3.5. Análise do ano 2014

Em 2014 foram capturados 69 lavagantes: 60 machos (86,96 %), 8 fêmeas (11,59 %) e um animal cujo sexo não pôde ser identificado (1,45 %) (tabela 11). Foi nos meses de junho e julho que se capturaram mais animais (68 % do total das capturas) (tabela 11).

Tabela 11: Lavagantes capturados em 2014.

2014	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Ind	Total
Machos	0	0	0	3	1	25	17	13	1	0	0	0	0	60
Fêmeas	0	0	0	1	0	2	3	1	1	0	0	0	0	8
Indefinido	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Total	0	0	0	5	1	27	20	14	2	0	0	0	0	69

No ano de 2014, as capturas da pesca experimental caíram para 44,9 % e as capturas efetuadas por pescadores profissionais subiram para 55,1 % (tabela 12).

Tabela 12: Capturas totais de lavagantes por tipo de pesca em 2014.

2014			
	Pesca Experimental	Pesca Profissional	Total
Machos	27	33	60
Fêmeas	4	4	8
Indefinido	0	1	1
Total	31	38	69

3.6. Análise do ano 2015

No ano de 2015, as capturas baixaram ligeiramente, tendo sido capturados 33 lavagantes. Destes, 25 eram machos (75,8 %) e 8 eram fêmeas (24,2 %) (tabela 13). Também em 2015 ocorreram mais capturas em junho e julho (57,7 % do total de capturas registadas) (tabela 13).

Tabela 13: Lavagantes capturados em 2015.

2015	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Ind	Total
Machos	0	1	0	2	1	7	7	4	2	1	0	0	0	25
Fêmeas	0	0	0	0	0	4	1	1	1	0	0	1	0	8
Total	0	1	0	2	1	11	8	5	3	1	0	1	0	33

Relativamente às capturas por tipo de pesca, a pesca experimental registou 54,6 % do total das capturas e a pesca profissional 45,4 % (tabela 14).

Tabela 14: Capturas totais de lavagantes por tipo de pesca em 2015.

2015			
	Pesca Experimental	Pesca Profissional	Total
Machos	14	11	25
Fêmeas	4	4	8
Indefinido	0	0	0
Total	18	15	33

3.7. Análise do ano 2016

Em 2016, as capturas aumentaram 36 % em relação ao ano de 2015. Durante o verão foram capturados 50 lavagantes, 60 % destes eram machos e 40 % eram fêmeas (tabela 15). A maioria das capturas ocorreu no mês de junho (54 % em relação ao total (tabela 15). Este foi também o ano em que se registaram mais capturas de animais marcados, com um total de 10 lavagantes recapturados.

Tabela 15: Lavagantes capturados em 2016.

2016	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Ind	Total
Machos	0	0	1	0	4	17	4	2	1	0	0	0	0	30
Fêmeas	0	0	0	0	2	10	8	1	0	0	0	0	0	20
Total	0	0	0	0	6	27	12	3	1	0	0	0	0	50

As capturas da pesca experimental representaram 72 % do total de capturas (tabela 17), o maior valor de capturas pela pesca experimental registado desde 2006. Durante o verão de 2016, as armadilhas da ELA foram utilizadas 45 vezes.

Tabela 16: Capturas totais de lavagantes por tipo de pesca em 2016.

2016			
	Pesca Experimental	Pesca Profissional	Total
Machos	23	7	30
Fêmeas	13	7	20
Indefinido	0	0	0
Total	36	14	50

3.8. Evolução das capturas

Ao longo de dez anos, de 2006 a 2016, durante o decorrer dos trabalhos relacionados com o «Projeto de Marcação e Recaptura do Lavagante Europeu (*Homarus gammarus*)» foram capturados 494 lavagantes na Praia da Aguda (tabela 17).

Tabela 17: Capturas totais de lavagantes realizadas entre 2006 e 2016 na Praia da Aguda.

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
81	24	15	48	55	40	27	52	69	33	50

Na tabela 18 pode observar-se a soma do número de desembarques ocorridos em cada mês de 2006 a 2016. A maior parte dos desembarques ocorreu nos meses de junho e julho, com as capturas registadas nestes dois meses a representarem cerca de 61 % das capturas totais (junho – 36,2 % e julho – 24,9 %). Depois de junho e julho, os meses em que se registaram capturas mais elevadas são agosto (15 %), maio (13 %) e setembro (4,7 %), razões pelas quais a pesca experimental se realiza entre maio e setembro de cada ano.

Tabela 18: Capturas totais de lavagantes registadas ao longo dos diferentes meses do ano desde 2006 até 2016 na Praia da Aguda.

Mês	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Tot.
Nº	1	1	1	16	64	179	123	74	23	7	3	2	494

No gráfico 4 podem observar-se de forma mais evidente as diferenças entre os valores absolutos das capturas registadas. Só em 2006 se capturaram mais de 70 indivíduos.

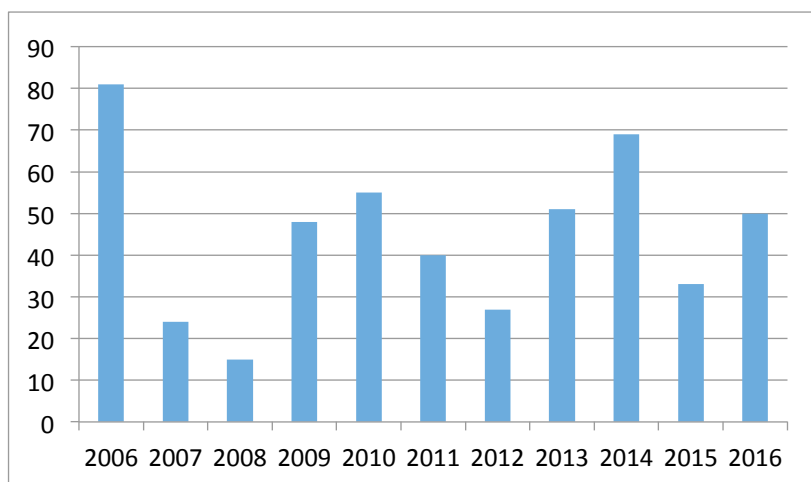


Gráfico 4: Número total de lavagantes capturados de 2006 a 2016 na Praia da Aguda.

A variação dos pesos registados quando os animais deram entrada nas instalações na ELA são apresentados no gráfico 5. Esta análise inclui os dados dos animais capturados desde 2006 até 2016 e também os dados das fêmeas adquiridas para obtenção de larvas. A média dos pesos de entrada registados foi 509 g. O animal mais pesado foi capturado em 2016 e pesava 2.758 g.

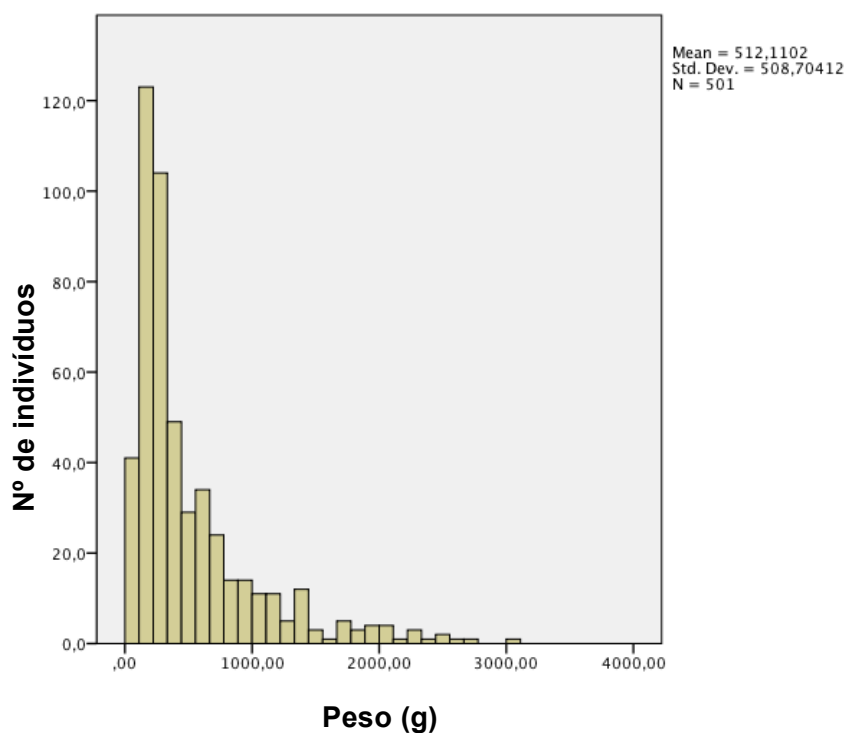


Gráfico 5: Variação do peso de entrada de todos os lavagantes mantidos nas instalações da ELA (animais cujo sexo não foi identificado, foram excluídos).

Cerca de 21 % dos animais capturados e/ou comprados e mantidos nas instalações da ELA apresentavam um comprimento do cefalotórax inferior aos 8,5 cm previstos no Anexo XII do Regulamento (CE) nº 850/98 [Art.º 48º, nº 3 do Decreto Regulamentar 43/87] (gráfico 6).

O comprimento de cefalotórax mínimo registado foi de 4,3 cm e o máximo de 29,0 cm, sendo a média de 11,6 cm.

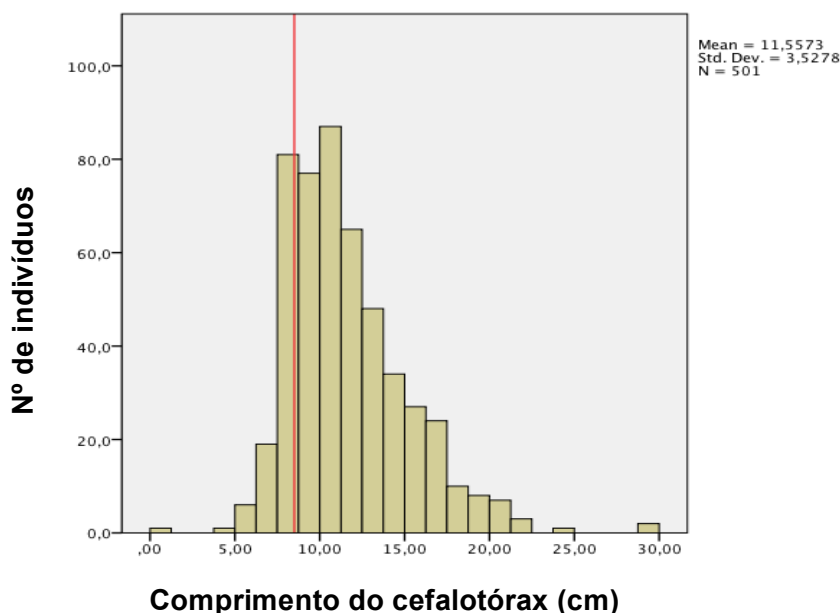


Gráfico 6: Variação do comprimento do cefalotórax dos lavagantes capturados entre 2006 e 2016. A linha vermelha assinala o tamanho mínimo de captura previsto no Anexo XII do Regulamento (CE) nº 850/98 [Art.º 48º, nº 3 do Decreto Regulamentar 43/87]: 8,5 cm. Animais cujo sexo não pôde ser determinado, foram excluídos.

No gráfico 7 são apresentados os valores dos comprimentos totais obtidos para todos os animais capturados e/ou comprados mantidos nas instalações da ELA desde 2006 até 2016.

Relativamente ao comprimento total, o comprimento mínimo previsto na I SÉRIE – N.º 162 – 17-7-1987, o Decreto Regulamentar n.º 43/87 anexo VI é 20 cm. No que respeita às capturas registadas na ELA, 28,4 % dos animais apresentava um comprimento total inferior a 20 cm. A média de comprimentos registados foi 25,0 cm. O comprimento total máximo registado foi 48,5 cm e o mínimo 5,8 cm.

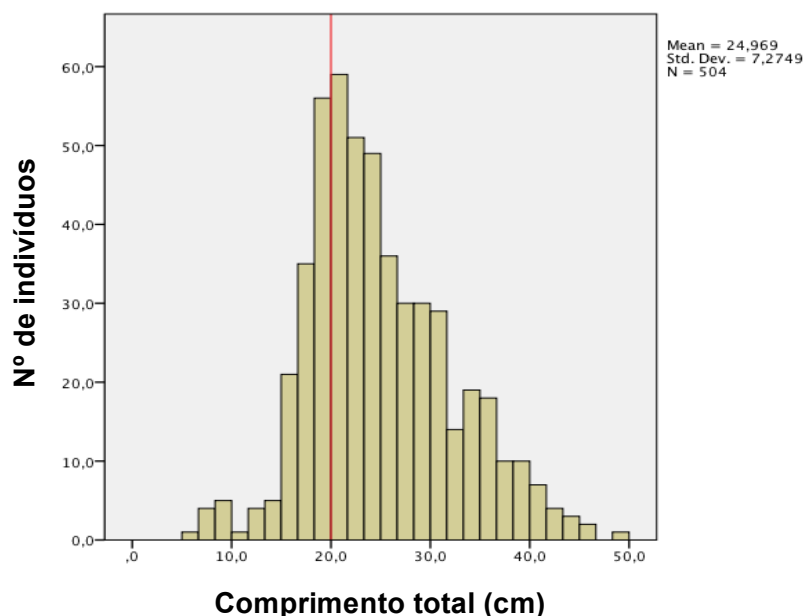


Gráfico 7: Variação do comprimento total dos lavagantes capturados entre 2006 e 2016. A linha vermelha assinala o tamanho mínimo de captura previsto na I SÉRIE – N.º 162 – 17-7-1987, o Decreto Regulamentar n.º 43/87 anexo VI: 20 cm.

A relação entre peso e comprimento total dos lavagantes é apresentada no gráfico 8. Parece observar-se a tendência para existência de proporcionalidade direta entre estes dois parâmetros. Contudo, para confirmar a existência desta relação direta, foi aplicada a função logarítmica a cada um dos parâmetros e obteve-se a informação presente no gráfico 9. Neste gráfico pode observar-se que o aumento de um parâmetro implica o aumento do outro: animais maiores apresentam um peso mais elevado e vice-versa. Uma vez que o crescimento destes animais é descontínuo, o peso do animal não pode aumentar indefinidamente sem que ocorra uma muda que permita ao corpo crescer, aumentando de tamanho.

A função que descreve o aumento do peso em função do comprimento é uma reta cuja equação é $y = 1,33 + 0,31 * x$. Neste modelo, o aumento do peso explica 79,3 % do aumento do comprimento total ($R^2 = 0,793$). Os animais que parecem ficar excluídos do modelo podem tratar-se de indivíduos que perderam uma ou ambas as pinças ou ainda, que tendo perdido as pinças já estivessem a desenvolver novas, mas estas ainda não tivessem o seu tamanho normal.

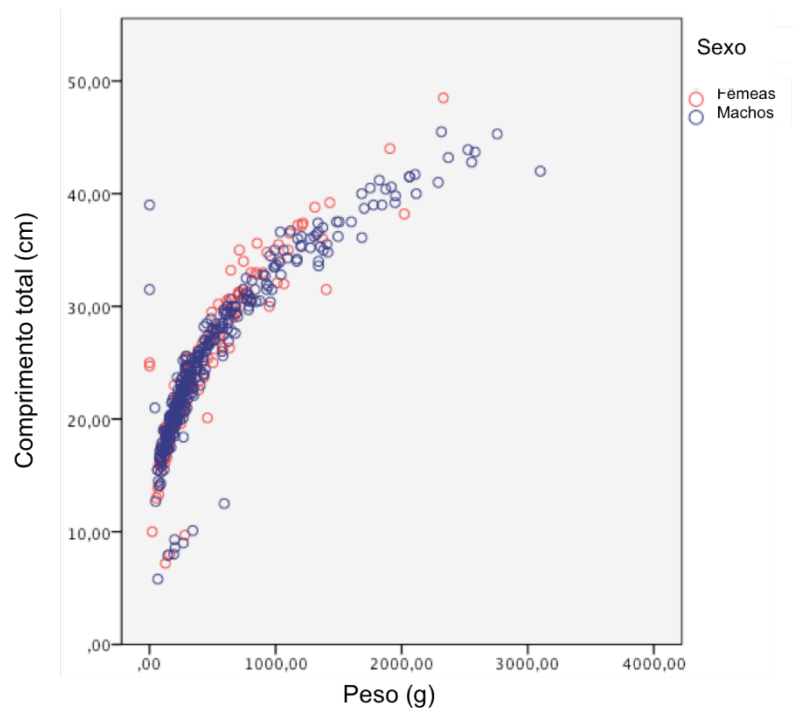


Gráfico 9: Relação entre o peso (g) e o comprimento total (cm) dos lavagantes. Os círculos roxos indicam os machos e os círculos vermelhos as fêmeas. Animais cujo sexo não pode ser identificado foram excluídos da análise.

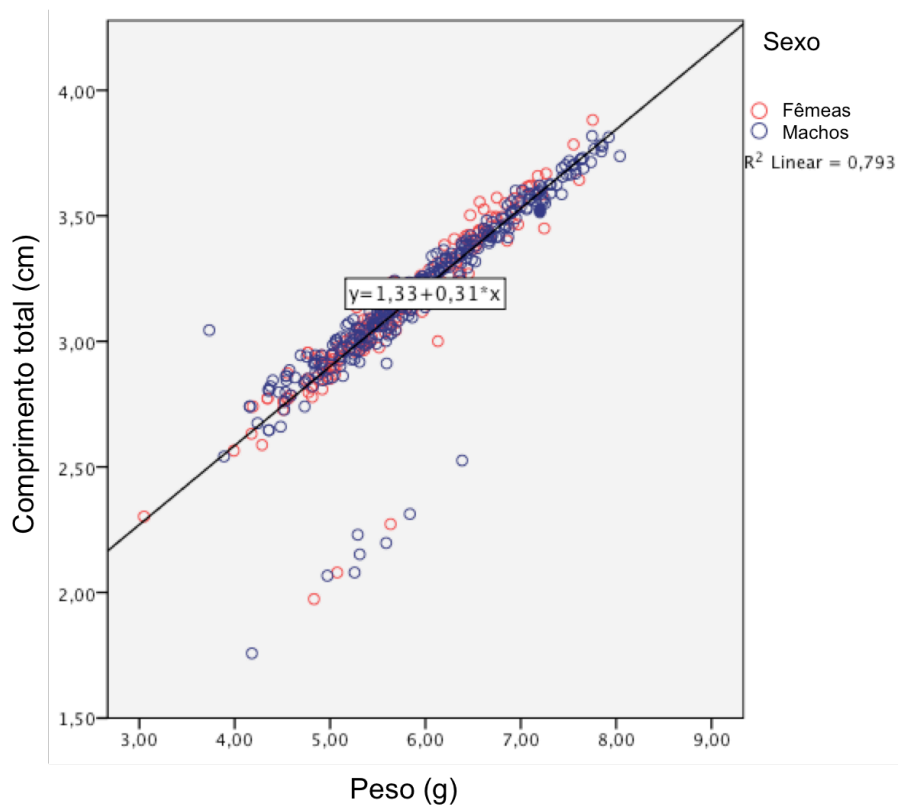


Gráfico 8: Relação linear existente entre o aumento do peso e o aumento do comprimento total dos lavagantes. Os círculos vermelhos indicam as fêmeas e os roxos indicam os machos. Animais cujo sexo não pôde ser identificado foram excluídos da análise.

3.9. Recapturas e reintegrações no mar

Desde 2006 até 2016 foram lançados ao mar da Aguda pela ELA 348 lavagantes marcados (tabela 19). Em 2016 foram lançados 39 lavagantes marcados.

Tabela 19: Reintegrações de lavagantes no mar da Aguda de 2006 a 2016.

2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
59	16	11	21	24	37	26	33	43	39	39

Na tabela 20 são apresentados os dados biométricos dos 32 lavagantes recapturados até ao final do verão de 2016.

Em 2016 foi recapturado um lavagante macho, lançado ao mar em 2006, no primeiro ano do projeto. Este animal foi libertado com apenas 190,5 g e foi recapturado dez anos depois com 2583,0 g. O ano de 2016 foi também o ano em que se registaram mais recapturas, com um total de 10 animais recapturados.

A média de ganho de peso (g) dos 32 animais recapturados, desde o momento em que foram libertados até ao momento da recaptura, ronda os 590 g, e cada animal cresceu, nesse período de tempo, 8,7 cm em média. O tempo máximo que um lavagante passou no mar antes de ser recapturado foi 119 meses e o tempo mínimo foi 2 meses. Dos animais recapturados, 65,6 % eram machos e 34,4 % eram fêmeas.

Apesar de lavagantes maiores crescerem mais lentamente e fazerem menos mudas, em 2016 foi recapturado um macho lançado em 2015 que em 10,3 meses ganhou 660 g e cresceu 3,9 cm. Vários animais recapturados em 2016 mostraram um crescimento de cerca de 500 g anuais. Na tabela 20 encontra-se o registo dos lavagantes recapturados de 2009 (ano em que ocorreram as primeiras recapturas) até 2016.

Tabela 20: Lista dos lavagantes recapturados na Praia da Aguda de 2009 a 2016. ID é o número de identificação, peso e ct 1 e 2 são os pesos e comprimentos totais à largada e à recaptura, respetivamente.

ID.	Género	Peso 1 (g)	Peso 2 (g)	Δ peso (g)	Ct 1 (cm)	Ct 2 (cm)	Δ ct (cm)	Tempo no mar (meses)
45	F	160	744,8	584,8	18,5	34	15,5	32,8
101	F	279,5	682,5	403	22,8	30,5	7,7	8
103	F	156,3	391,8	235,5	18,7	26	7,3	8
106	M	199	527,3	328,3	20,3	28	7,7	8
110	F	383,7	852,7	469	23,9	32,8	8,9	8,8
109	M	282,8	623,8	341	21,8	28,5	6,7	9,5
127	F	221,4	418,5	197,1	22	26,7	4,7	7,3
118	M	172,4	316,1	143,7	19,2	24,7	5,5	7,4
104	M	154,7	1276	1122	17,6	35,2	17,6	21,8
120	M	116,6	380,7	264,1	18,2	24,5	6,3	10,2
131	F	330,0	645,2	315,2	24,5	33,2	8,7	10,9
118	M	321,5	466,4	144,9	24	26,5	2,5	2,8
276	M	505,1	785,4	280,3	28	29,7	1,7	10,1
259	M	585	1340	755,3	26	34	8	11,5
	M		175			20,4		
312	M	218,6	620	401,4	21,4	30,2	8,8	10,7
294	M	371,5	687	315,5	25,8	29,4	3,6	10,9
324	M	489,2	1175	685,8	28,9	36	7,1	11,7
380	F	404	777	373	25	31,3	6,3	10
386	M	581	1170	589	28,2	34,2	6	10
82	F	137,9	644	506,1	17,7	29,7	12	96
22	M	166,8	764	597,2	19	31,1	12,1	108
434	M	233	266	33	22	25,2	3,2	2
5	M	190,5	2583	2393	17,5	43,7	26,2	119
380	M	404	1037	633	25	36,6	11,6	10
213	F	268	804	536	21,8	33	11,2	57
406	F	702	1429	727	31	39,2	8,2	9
386	M	581	1702	1121	28,2	38,7	10,5	22
418	M	898	119	299	33,2	35,4	2,2	9
324	M	489,2	2370	1881	28	43,2	15,2	33,3
392	F	248	1209	961	24,1	37,4	13,3	22
424	M	2098	2758	660	41,4	45,3	3,9	10,3

O crescimento total de cada animal que ganhou em função dos dias passados no mar entre o lançamento e a recaptura pode ser observado no gráfico 10. O crescimento máximo registado foi de 26,2 cm em 3.650 dias e o crescimento mínimo registado foi de 1,7 cm em 308 dias.

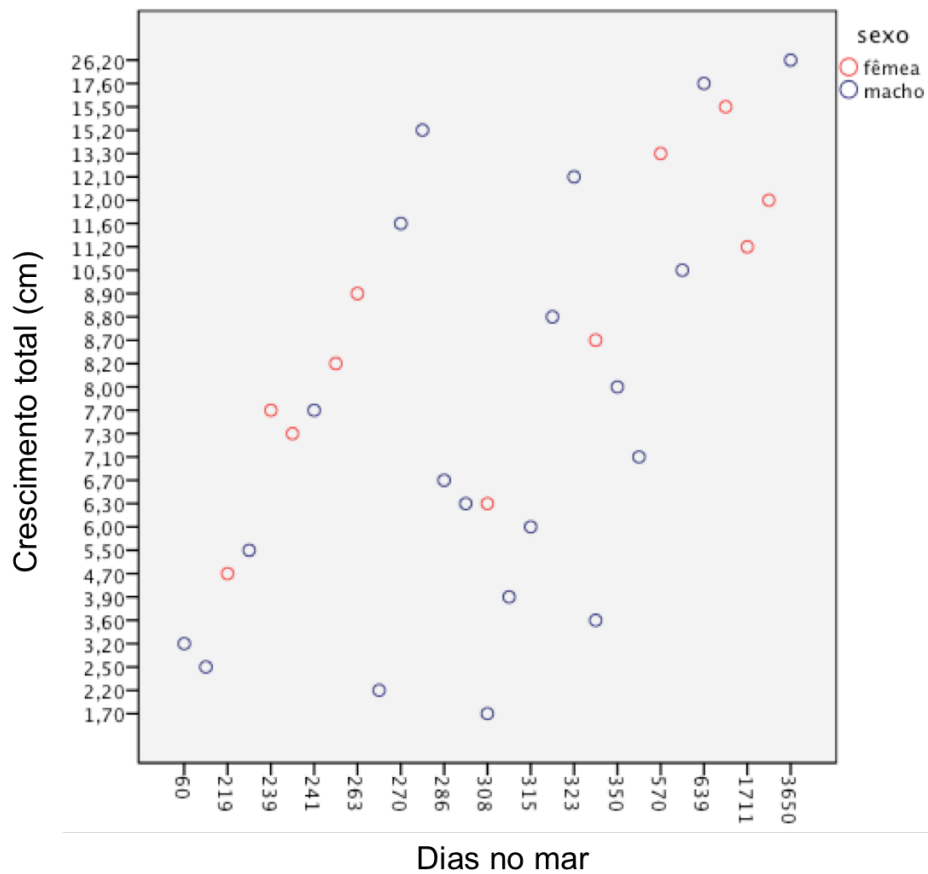


Gráfico 10: Relação entre o aumento do comprimento total (cm) dos lavagantes em função do número de dias que passaram no mar.

No que respeita ao peso ganho pelos animais recapturados, o aumento máximo registado foi de 2.392,5 g em 3.650 dias e o aumento mínimo registado foi de 33 g em 60 dias (gráfico 11).

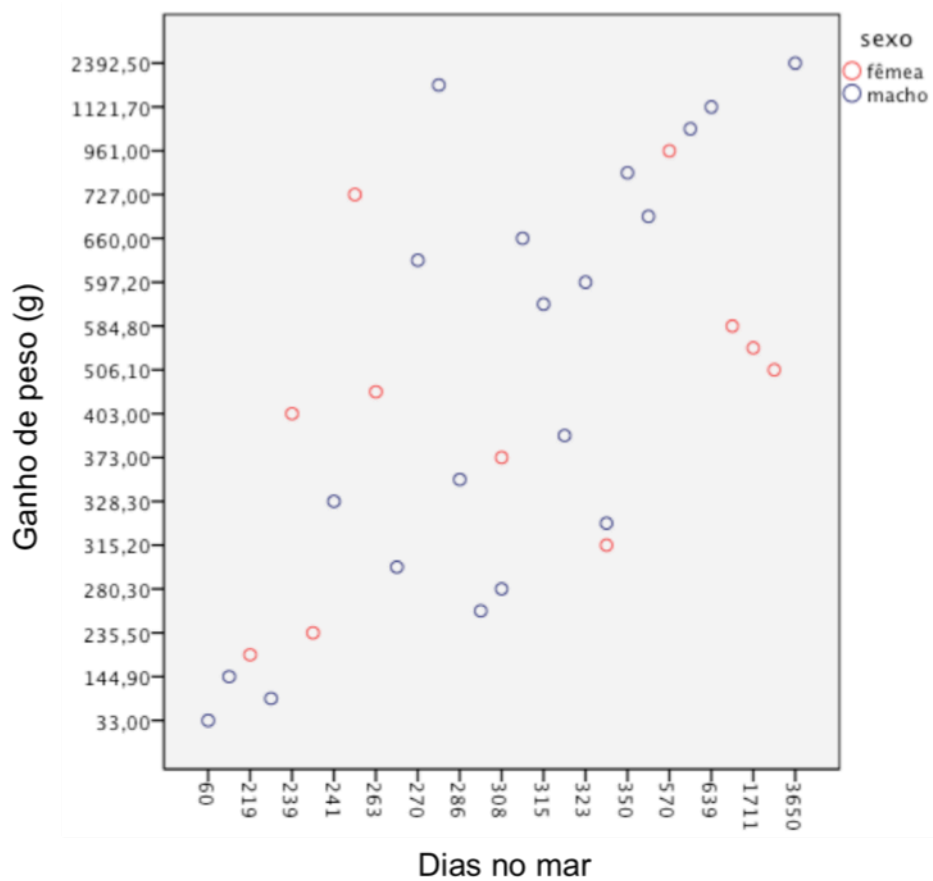


Gráfico 11: Relação entre o aumento do peso (g) dos lavagantes em função do número de dias que passaram no mar.

Da análise destes gráficos verificou-se que quanto mais tempo o animal permanecer no mar, maior será o seu crescimento corporal e o seu aumento de peso.

3.10. Experiência do cultivo larval do lavagante em 2016

Desde o ano de 2010 que não ocorria uma postura nas instalações da ELA. Durante o mês de agosto de 2016, uma fêmea ovada comprada a um fornecedor de um restaurante local libertou cerca de 300 larvas durante uma semana (tabela 21). Considerando que uma fêmea de lavagante pode libertar até 2.000 larvas por dia, esta foi uma postura muito pequena (Ennis, 1995). A figura 11 é uma fotografia de uma das larvas.

As larvas foram alimentadas com *Krill* e *Artemia nauplii* como descrito na secção dos métodos. Apesar de todo o cuidado com o maneiio, alimentação e limpeza dos aquários, onde as larvas foram mantidas, apenas três atingiram o IV estado larval. Apesar de aparentemente as larvas se estarem a alimentar, as três acabaram por morrer.

Tabela 21: Resultados da experiência do cultivo larval do lavagante na ELA em 2016. As siglas L1 a L7 indicam os diferentes aquários para as larvas.

Larvas do lavagante em 2016								
Dia	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	TOTAL
01.08.2016	25	21						46
02.08.2016	23	21						44
03.08.2016	22	20	60	60	31			193
04.08.2016	21	20	64	60	31	60		256
05.08.2016	18	19	62	57	26	60	45	287
06.08.2016	14	13	54	55	30	60	40	266
07.08.2016	12	6	44	40	20	55	40	217
08.08.2016	10	6	40	43	12	65	37	213
09.08.2016	10	6	36	33	12	58	33	188
10.08.2016	7	6	35	33	11	26	33	151
11.08.2016	4	4	26	30	7	16	22	109
12.08.2016	4	4	18	27	7	9	22	91
13.08.2016	3	3	17	25	7	5	20	80
14.08.2016	3	3	17	25	7	5	20	80
15.08.2016	0	3	5	9	4	3	11	35
16.08.2016	0	2	1	6	3	2	11	25
17.08.2016	0	2	1	6	2	2	7	20
18.08.2016	0	1	0	0	1	0	1	3



Figura 11: Larva de lavagante, *Homarus gammarus* (II estado larvar, seis dias após a eclosão). Fotografia tirada a 7 de Agosto de 2016.

4. Discussão

As capturas podem ser influenciadas por diferentes fatores, como condições ambientais, tipo de arte de pesca utilizada e o tempo que permanecem na água, o isco utilizado, o local em que são colocadas as artes de pesca, entre outros.

Relativamente à taxa de recaptura registada para o “Projeto de marcação e recaptura do lavagante europeu, *Homarus gammarus*, na Praia da Aguda” (9,2 %), esta é superior a grande parte das taxas de recaptura registadas para outros projetos semelhantes (tabela 22). Para o cálculo desta taxa considerou-se o total dos lavagantes reintegrados no mar e o número de lavagantes recapturados, no período de 2006 a 2016, uma vez que a taxa de recaptura ano a ano seria pouco expressiva (tabela 23). Dado que não são introduzidos novos animais no ambiente, apenas são capturados, marcados e libertados novamente é difícil fazer uma comparação com estudos que envolvem a libertação anual de novos animais no mar. Embora as ordens de grandeza de animais reintegrados no mar da Aguda seja muito inferior à de outros projetos internacionais (tabela 22), as taxas de recaptura obtidas na Aguda são superiores.

Dos projetos semelhantes analisados, apenas na Alemanha se obtiveram taxas de recaptura superiores (Schmalenbach *et al.*, 2011). Nesta experiência de libertação, marcação e recaptura do lavagante europeu, *Homarus gammarus*, a taxa de recaptura variou entre os 8 e os 19 % (com a taxa de recaptura mais baixa a corresponder a animais recapturados ‘*offshore*’ e a taxa de recaptura superior a corresponder a animais recapturados em áreas menos expostas da costa (Schmalenbach *et al.*, 2011). Neste estudo, entre 2000 e 2005 foram libertados 5400 lavagantes juvenis no mar da Helgolândia (Schmalenbach *et al.*, 2011).

No que respeita à taxa de recaptura no projeto realizado na Praia da Aguda, a diferença para outros projetos talvez possa ser explicada pela área de estudo algo confinada (menos de 1 km²), uma vez que os movimentos destes animais nesta zona são algo limitados, pelo facto da área rochosa se encontrar cercada de bancos de areia. Como os lavagantes optam, preferencialmente, por se albergar em zonas de substrato rochoso onde conseguem encontrar abrigo e proteção mais facilmente (Galparsoro *et al.*, 2009) não se considera a possibilidade de uma vez libertados fazerem grandes migrações para longe da costa, situação igualmente observada no estudo realizado na Helgolândia onde se obtiveram taxas de recaptura superiores em áreas da costa mais delimitadas e abrigadas (Schmalenbach *et al.*, 2011). Embora não se considere que os lavagantes depois de libertados incorram em grandes migrações, pode acontecer que ocorram deslocações devido àquilo que os cientistas chamam de ‘*homing behaviour*’: os animais depois de libertados, podem tentar voltar ao local onde foram capturados em

primeiro lugar (Agnalt, Kristiansen and Jørstad, 2007). Os locais onde os lavagantes foram libertados em 2015 e 2016 são apresentados nas figuras 12 e 13, respetivamente. Como se pode observar nestas imagens, os lavagantes são libertados relativamente perto da costa, em áreas de recifes rochosos.

Além do movimento dos lavagantes para zonas mais distantes da área onde se procede à colocação das armadilhas para a pesca e à posterior libertação destes animais, outros fatores que podem afetar a obtenção de taxas de recaptura mais elevadas são a morte dos mesmos depois de serem libertados e capturas de lavagantes não comunicadas à ELA. Apesar de os pescadores da praia da Aguda estarem sensibilizados para a necessidade de comunicarem a captura de exemplares destes animais para recolha de dados biométricos e verificação da existência de código de marcação, quando se tratam de pescadores de outras zonas adjacentes, ou não, à praia da Aguda, o mesmo não acontece.

No que respeita às diferenças entre as capturas, com os valores de capturas de machos superiores às capturas de espécimes do sexo feminino, tal pode estar relacionado com as diferenças de comportamento observadas entre os dois sexos, nomeadamente o facto de os machos se afastarem mais dos seus abrigos para procurar alimento (Skerritt, 2015).

Tabela 22: Resumo dos resultados obtidos no decurso de diferentes programas de libertação do lavagante Europeu, *Homarus gammarus*, em diferentes países europeus e respetivas taxas de recaptura. Tabela adaptada de Agnalt *et al.*, 2004 e Ellis *et al.*, 2014.

País	Ano da libertação	Ano da recaptura	Número de animais libertados	Número de animais recapturados	Percentagem total de recapturas (%)	Referências
França	1973-77	Indefinido	265000	Indefinido	Indefinido	Latrouite and Lorec, 1991
França	1984-87	1987-89	25480	22	0,1	Latrouite and Lorec, 1991
Irlanda	1993-97	Indefinido	292000	Indefinido	Indefinido	Browne & Mercer, 1998
Grã Bretanha	1983-88	1988-93	49128	653	1,3	Grendon, 1998
Reino Unido	1984-88	1988-94	19233	453	2,4	Bannister, Addisson and Lovewell, 1994
Grã Bretanha	1984-90	1985-93	3044	58	1,9	Grendon, 1998
Reino Unido	1984-89	1985-93	19520	307	1,6	Bannister. Addisson and Lovewell,, 1994
Noruega	1990-94	1992-00	127945	7950	6,2	Agnalt et al., 2004
Itália	2010-13	Indefinido	10000	Indefinido	Indefinido	Ellis et al., 2014

Tabela 23: Taxas de recaptura anuais obtidas no ‘Projeto de marcação e recaptura do lavagante europeu, *Homarus gammarus*, na Praia da Aguda’ de 2006 a 2016. O número de animais recapturados refere-se ao número de animais libertados até cada ano e não ao número de lavagantes libertados em cada ano.

Ano da recaptura	Número de animais libertados	Número de animais recapturados	Percentagem total de recapturas (%)
2009	86	6	7
2010	107	6	5,6
2011	131	-	-
2012	168	-	-
2013	194	2	1
2014	227	3	1,3
2015	270	4	1,5
2016	309	11	3,6

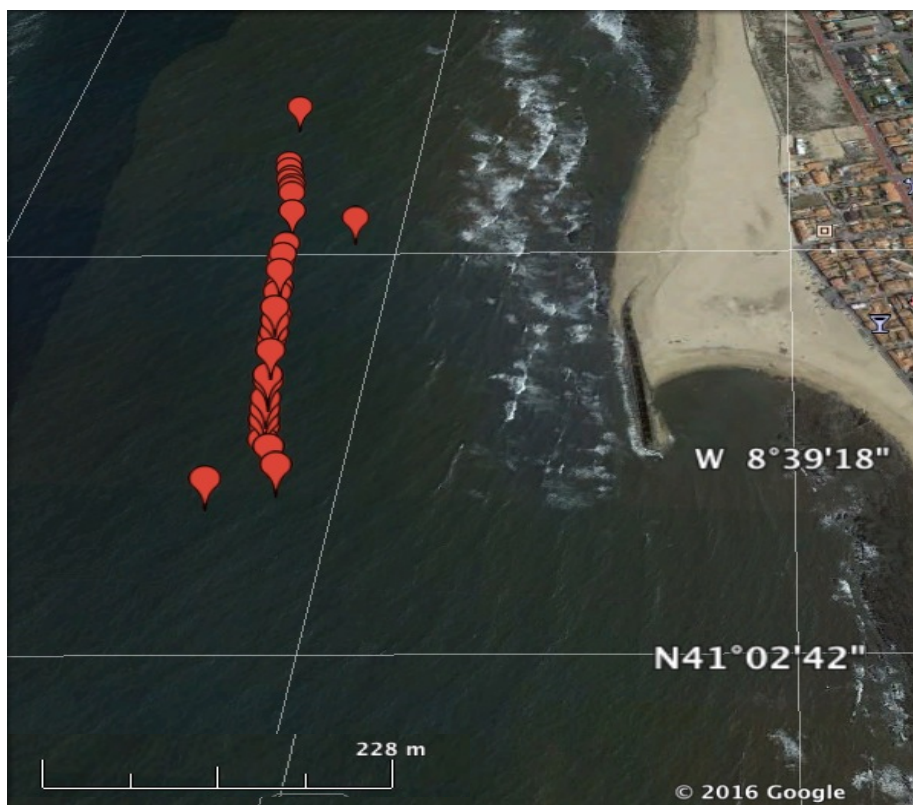


Figura 12: Locais de libertação de 33 lavagantes na Praia da Aguda em 2015 (Google Earth, 2016).



Figura 13: Locais de libertação de 39 lavagantes na Praia da Aguda em 2016 (Google Earth, 2016).

Relativamente ao método de marcação utilizado, os implantes de elastómero visíveis ('VIE Tags' – *Northwest Marine Technologies* www.nmt.us), não se observou qualquer mortalidade associada à sua utilização. Este tipo de marcação oferece a possibilidade de realizar a marcação de animais muito pequenos com taxas de mortalidade reduzidas (*Northwest Marine Technologies* www.nmt.us). Frederick (1997) estudou a eficácia deste método num estudo com peixes com comprimentos totais entre os 8 e os 56 mm, dos recifes de coral Havaianos. A mortalidade observada deu-se nas primeiras vinte e quatro horas após o procedimento de marcação: em peixes com mais de 20 mm de comprimento não registou qualquer mortalidade e para peixes com menos de 20 mm de comprimento registou uma taxa de mortalidade de 13 % (Frederick, 1997).

Em 2014, Neenan *et al.* (2014) conduziram um estudo com 348 lavagantes juvenis (com 5 meses de idade), com o objetivo de testar a viabilidade e o impacto do uso deste tipo de marcação ('VIE Tags') nesta espécie. Analisaram as taxas de sobrevivência, de crescimento e de retenção dos implantes bem como a mobilidade, o uso de abrigos e a frequência da muda, concluindo que este tipo de marcação não tem influência sobre qualquer um destes fatores. A taxa de sobrevivência entre lavagantes marcadas com dois implantes é de 75 % e de 74 % entre os lavagantes não marcados, utilizados como grupo de controlo (Neenan *et al.*, 2014). A mortalidade após a muda não aumentou em animais marcados (6 %), em comparação com animais que não foram marcados (9 %), (Neenan *et al.*, 2014). Estes autores não encontraram nenhuma evidência de que as 'VIE Tags' possam pôr em causa a sobrevivência destes animais no ambiente natural após serem libertados (Neenan *et al.*, 2014). Contudo, referem que este tipo de marcação perde eficácia em animais de menores dimensões (Neenan *et al.*, 2014).

4.1. Programas de repovoamento

Um dos principais objetivos de todos os programas de repovoamento é libertar lavagantes, normalmente juvenis, e esperar que eles sobrevivam até atingirem o tamanho mínimo de captura antes de serem capturados pelos pescadores (Bannister, Addison and Lovewell, 1994).

Entre 1983 e 2013, mais de 1,4 milhões de lavagantes juvenis criados em cativeiro foram libertados nos mares da Europa (Ellis *et al.*, 2014). Cerca de 255 000 lavagantes, com comprimentos totais entre 12 a 21 mm foram marcados para permitir a sua monitorização e foram libertados em programas de repovoamento realizados na Noruega e no Reino Unido (Bannister and Addison, 1998; Agnalt *et al.*, 1999; Schmalenbach *et al.*, 2011).

De 1983 a 1990, no Reino Unido, cerca de 90 000 juvenis foram libertados por 3 grupos de investigação em 4 áreas diferentes e entre 1985 e 1992, cerca de 1200 lavagantes com comprimentos do cefalotórax entre 18 e 88 mm foram recapturados (Addison and Bannister, 1994). Estes lavagantes tinham entre 1 e 8 anos de idade quando foram capturados, sobretudo em armadilhas. As taxas de recaptura variam entre os 4 locais de estudo, mas em média rondam os 1,3 a 2,4 % do número total de lavagantes libertados (Bannister and Addison, 1998).

Se nas amostragens realizadas existir abundância de animais recapturados, representativa do total de animais lançados, isso pode significar que os animais criados em cativeiro sobrevivem na natureza e podem contribuir para a produção de ovos e, assim, aumentar os stocks locais (Addison and Bannister, 1994). No entanto, se depois das ações de repovoamento, as capturas pela indústria da pesca aumentarem muito, isso pode obrigar a que tenham de ser libertados lavagantes em números muito superiores (Addison and Bannister, 1994).

O grande projeto de repovoamento iniciado na Noruega no início dos anos 90 do séc XX resultou num pico de recapturas entre 1996 e 2000, com os lavagantes criados em cativeiro a constituírem cerca de 50 % dos animais capturados (Green, Gardner and Van der Meeren, 2013). Naquela altura, o esforço de pesca perto das Ilhas Kvitsøy era muito superior quando comparado com outras áreas próximas (Green, Gardner and Van der Meeren, 2013).

Na Helgolândia, Alemanha, 9 % dos lavagantes libertados entre 2000 e 2005 tinham sido recapturados em 2009 (Schmalenbach *et al.*, 2011). Este programa tem as maiores taxas de recaptura registadas na Europa. Em cada 7 lavagantes capturados em 2001, 1 era um animal nascido em cativeiro (Schmalenbach *et al.*, 2011).

A taxa de sobrevivência dos animais criados em cativeiro é muito importante para as instituições onde são produzidos e varia entre os 50 e os 84 %, por outro lado, a taxa de recaptura, varia entre os 5 e os 7 % (van der Meeren, 2005; Araki and Schmid, 2010). Contudo, para este tipo de projetos serem economicamente viáveis, as taxas de recaptura atingidas deviam rondar os 30 % (van der Meeren, 2005; Araki and Schmid, 2010).

É importante assegurar que as condições de cultivo são o mais similar possível às condições existentes na natureza, para que os animais criados em cativeiro se consigam adaptar facilmente e exibam os mesmos comportamentos que os animais selvagens. Por exemplo, Castro and Cobb (2005) observaram que os lavagantes europeus criados em cativeiro são mais vulneráveis a predadores do que os lavagantes selvagens.

Normalmente, os lavagantes são criados em isolamento, para evitar comportamentos agressivos, em sistemas sem materiais (por exemplo, pedras ou areia)

que enriqueçam o ambiente e estimulem o desenvolvimento de certos comportamentos e ações como a construção de um abrigo. Para contrariar esta tendência e os seus efeitos adversos, por exemplo na Ilha de Arousa, Espanha, têm sido desenvolvidas algumas experiências para compreender se existiria algum benefício se a fase de engorda dos juvenis ocorresse no mar, em sistemas submersos (Benavente *et al.*, 2010). Estes investigadores chegaram à conclusão que este método de cultura pode aumentar o crescimento e a pigmentação dos lavagantes.

Outra forma de cultivo que se pode revelar eficiente é o cultivo dos juvenis em conjunto. Jørstad *et al.* (2001) testaram esta alternativa de cultivo dos juvenis em conjunto, promovendo o comportamento de construção de abrigo/esconderijo fornecendo diferentes substratos aos juvenis, naquela a que chamaram uma experiência de substratos misturados (*'mixed bottom substrate'*). Este tipo de cultivo favorece o desenvolvimento de reações para evitar predadores e de procura de abrigo mais rapidamente do que os tradicionais sistemas de cultivo em isolamento (Jørstad *et al.*, 2001). Por outro lado, estes investigadores observaram que vários lavagantes tinham perdido as pinças, o que indicava um nível elevado de competição entre os juvenis que podia conduzir a alguma mortalidade, diminuindo assim as vantagens dos sistemas de cultivo em comunidade (Jørstad *et al.*, 2001). Ainda assim, o cultivo em comunidade pode aumentar o *fitness* dos juvenis e, se isso acontecer, aumentar as suas hipótese de sobrevivência e recrutamento no meio natural (Jørstad *et al.*, 2001).

4.2. Problemas encontrados

4.2.1. Repovoamento

Entre os anos de 2006 e 2008 não foi possível obter juvenis de lavagante. Durante este período foram estudados e analisados sistemas de cultivo existentes noutro local (Galiza, Ilha de Arousa, IGAFa), por forma a adaptar melhor as instalações da ELA e iniciar os ensaios de cultivo. Além do sistema de cultivo, a falta de conhecimento sobre os diferentes fatores que afetam o desenvolvimento larvar (influência dos parâmetros físicos-químicos da água, o canibalismo entre larvas e a alimentação inadequada) também limitaram o sucesso destes ensaios.

Até ao ano de 2007, o sistema para alojar as larvas possuía um sistema de circulação da água fechado, o que conduzia a oscilação dos parâmetros físicos-químicos da água. A partir de 2009, o mesmo sistema passou a ter um sistema de circulação da água aberto, o que reduziu este fenómeno.

Em 2009, obtiveram-se em cativeiro 75 juvenis de lavagante. Contudo, devido à falha da bomba que alimentava o sistema, registou-se, de repente, uma grande taxa de mortalidade, tendo sobrevivido apenas 22 lavagantes. Apesar de a bomba ter sido substituída prontamente, estes sobreviventes também acabaram por morrer nos dias seguintes.

Em 2010, obtiveram-se em cativeiro 185 juvenis de lavagante. Embora não tenha ocorrido nenhum problema relacionado com o sistema de cultivo e a qualidade da água manteve-se sempre em bom estado, a maioria dos animais morreram. Em Setembro de 2011, conseguiu-se integrar no mar, cuidadosamente, com ajuda de um mergulhador, apenas dez lavagantes juvenis, com 5 a 8 cm de comprimento. A mortalidade tão elevada deste ensaio pode dever-se à dificuldade em encontrar alimentos apropriados para cada fase larval, que satisfaçam todas as necessidades nutricionais.

De 2011 a 2016, continuaram as tentativas de produção de juvenis de lavagante europeu em cativeiro, mas sem sucesso. A postura mais recente ocorreu em Agosto de 2016, tendo-se registado uma mortalidade de 100 % das larvas.

4.2.2. Acesso a ovos de lavagante

Na Praia da Aguda não tem sido possível libertar juvenis de lavagantes todos os anos devido à dificuldade existente em garantir um fornecimento de ovos constante. Quando o objetivo de um programa é o repovoamento, é necessário garantir uma produção estável de juvenis (Ellis *et al.*, 2014) e para tal acontecer, é necessário obter fêmeas fertilizadas. Adicionalmente, como sugerido por Ellis *et al.* (2014), uma forma de garantir uma produção anual de ovos é capturar as fêmeas e manter algumas a uma temperatura da água mais baixa (a rondar os 6,8° C) por forma a abrandar o desenvolvimento embrionário e a permitir a existência de posturas ao longo de todo o ano.

Skerritt *et al.* (2015), conduziram uma experiência com o objetivo de estudar os padrões de atividade, movimentos e áreas onde os lavagantes europeus desenvolvem as suas atividades, concluindo que os machos se deslocam por distâncias maiores do que as fêmeas e apesar de desenvolverem as suas atividades diárias em áreas semelhantes, os machos afastam-se mais dos seus abrigos do que as fêmeas. Esta diferença observada entre machos e fêmeas relativamente aos comportamentos de procura de alimento e atividades desenvolvidas no exterior dos abrigos pode ajudar a explicar porquê que no decorrer do “Projeto de marcação e recaptura do Lavagante europeu, *Homarus gammarus*, na Praia da Aguda” se capturaram, de uma forma geral, mais machos do que fêmeas.

4.2.3. Alimentação em cativeiro

Um dos problemas observados durante o cultivo larval é o canibalismo entre larvas. Observam-se perdas muito elevadas de larvas e suspeita-se que uma alimentação incorreta ou insuficiente podem estar na origem deste problema. Alguns investigadores realizaram testes com alimentação enriquecida com algas e alimento vivo ('green water technique') e os autores afirmam que esse enriquecimento pode duplicar a taxa de sobrevivência até ao quarto estado larvar (Browne *et al.*, 2009).

As larvas e as pós-larvas são sensíveis à restrição de nutrientes, assim a suplementação nutricional pode aumentar o seu crescimento e a sobrevivência (Daniels *et al.*, 2010; Schoo *et al.*, 2014).

O "Projeto de marcação e recaptura do lavagante europeu, (*Homarus gammarus*), na Praia da Aguda" enfrenta algumas adversidades como a baixa taxa de animais recapturados e a existência de pouca informação sobre o movimento dos animais depois de libertados. Estes obstáculos poderão ser ultrapassados através da adoção de um novo sistema de marcação, por exemplo recorrendo a transmissores acústicos ou eletromagnéticos (Smith, Collins and Jensen, 1998, 1999; Giacalone *et al.*, 2006), um programa de monitorização mais eficaz e um sistema de gestão e calendarização de todas as atividades relacionadas com o cultivo em cativeiro (fazendo uma análise crítica dos métodos de cultivo e das rotinas de alimentação implementadas) por forma a assegurar uma produção de larvas ao longo dos vários meses do ano para que o repovoamento pudesse tornar-se uma realidade efetiva.

Num estudo conduzido por Smith *et al.* (2001), 95 % dos lavagantes libertados por estes investigadores foram recapturados a uma distância de cerca de 3,8 km do sítio de lançamento, sendo que a maioria das recapturas foram realizadas durante o primeiro ano da experiência. No entanto, mesmo lavagantes recapturados no decorrer do segundo ano do estudo não tinham percorrido distâncias muito superiores (Smith *et al.*, 2001). Os lavagantes parecem mover-se livremente sendo apenas limitados por fatores como a temperatura da água ou condições luminosas (Smith *et al.*, 2001) ou pela necessidade de encontrar um esconderijo que forneça proteção contra predadores e condições adversas tais como correntes fortes (Howard, 1980). Estas conclusões sublinham a importância da necessidade de um conhecimento mais aprofundado sobre as áreas onde ocorrem as libertações destes animais bem como da existência de programas de monitorização sólidos que assegurem um controlo eficiente do movimento e da atividade dos animais libertados bem como melhores taxas de recaptura.

No decorrer do "Projeto de marcação e recaptura do lavagante europeu, *Homarus gammarus*, na Praia da Aguda" houve vários anos em que não existiu produção de

larvas. Em 2016 foi adquirida um fêmea portadora de ovos, mas em pouca quantidade. Todas as larvas, mesmo as que atingiram o IV estado larvar, morreram.

Aproximadamente um mês depois desta postura, a fêmea mudou a sua carapaça. Numa tentativa de melhorar as hipóteses de no próximo ano haver novamente uma postura nas instalações da ELA, foi selecionado um macho, com aproximadamente o mesmo tamanho da fêmea, e nas horas seguintes à fêmea realizar a muda, este foi colocado no mesmo tanque que a fêmea e permaneceu lá durante a noite. No dia seguinte, os dois animais foram separados e a fêmea examinada para verificar se ocorrera formação de uma substância gelatinosa no seu *anulus*. A presença desta substância indicou que a cópula ocorreu e que a transferência dos espermatóforos foi bem sucedida (Templeman, 1933).

4.3. Gestão e financiamento

Algumas medidas de gestão que podem ser postas em prática tendo em vista uma exploração sustentável dos stocks são o aumento do tamanho mínimo de captura, a redução das capturas ou do esforço de pesca permitido, proibição de desembarques de fêmeas ovadas, épocas de defeso e restrições no que respeita às artes de pesca (Addison and Bannister, 1994; Ellis *et al.*, 2014). Além destas medidas, outra opção que se pode revelar proveitosa é a criação de Áreas Marinha Protegidas. A cessação das atividades de pesca ao largo da Ilha Lundy, no Reino Unido, permitiu um aumento da população e da média de tamanho corporal dos lavagantes locais (Hoskin *et al.*, 2011), enquanto na Noruega a criação de uma área marinha protegida aumentou o esforço de pesca em 245 % em 4 anos, um valor muito superior ao aumento de 87 % registado nas de controlo (Moland *et al.*, 2013).

Análises das experiências de marcação e recaptura realizadas em áreas marinhas protegidas na Noruega e na Suécia revelaram que 95 % dos lavagantes libertados nestas experiências se mantinham dentro dos limites das áreas marinhas protegidas ou perto deles (Moland *et al.*, 2011; Øresland and Ulmestrand, 2013). As áreas protegidas referidas revelaram-se mais eficazes na conservação dos lavagantes europeus do que a libertação de juvenis criados em cativeiro (Ellis *et al.*, 2014). Contudo, a combinação de ambos os métodos, libertação de animais criados em cativeiro em áreas marinhas protegidas pode revelar-se uma forma eficaz de conservar os *stocks* de espécies ameaçadas e tornar a atividade pesqueira mais sustentável (Ellis *et al.*, 2014).

O financiamento atribuído por instituições públicas também pode ser uma alternativa viável para sustentar a realização de programas de repovoamento. As ações

de repovoamento beneficiariam as entidades locais relacionadas com a indústria pesqueira e no caso de o objetivo destas ações ser apenas o aumento da produção de ovos, os custos associados a estes programas seriam reduzidos (Addison and Bannister, 1994). Para estas ações terem o sucesso esperado, o número de barcos com permissão para pescar os lavagantes libertados teria de ser controlado, os animais deveriam ser facilmente identificáveis como criados em cativeiro (utilizando um tipo de marcação facilmente identificável) e estes animais deveriam ser mantidos numa área delimitada (Addison and Bannister, 1994). Adicionalmente, apenas entidades que investissem nos programas de repovoamento beneficiariam dos resultados obtidos com recurso a estes programas (Addison and Bannister, 1994).

Como mencionado anteriormente, a área onde é feita a libertação e a sua composição é muito importante para o sucesso dos programas de repovoamento. Algumas das informações que devem ser recolhidas no processo de monitorização dos animais libertados são a sua posição geográfica e os seus movimentos relativamente ao local onde foram libertados, uma vez que parecem existir evidências de que animais cultivados se movem menos do que os animais selvagens (provavelmente devido ao ambiente confinado e à limitação de espaço existente nas maternidades) (Addison and Bannister, 1994). As taxas de crescimento e de sobrevivência podem diferir entre animais cultivados e animais selvagens, sendo que os animais criados em cativeiro podem ter melhores hipóteses de sobrevivência por apresentarem um estado fisiológico geral mais favorável do que os animais selvagens, devido às condições controladas durante o cultivo em cativeiro (Addison and Bannister, 1994).

Um aspeto que é necessário ter em consideração e que necessita ser monitorizado é se a existência de cruzamentos entre animais cultivados e animais selvagens produz uma redução do *fitness* e da produtividade das populações selvagens (Utter, 2000). A redução do *fitness* dos animais cultivados, considerando reduções da sobrevivência, crescimento ou sucesso reprodutivo, foram revistos por Araki and Schmid (2010). A perda de diversidade genética, particularmente quando os mesmos animais são utilizados para obter várias gerações de descendentes é um risco resultante dos programas de repovoamento (Sekino *et al.*, 2003). Como na ELA todos os anos se obtêm fêmeas diferentes (sobretudo porque, normalmente, as fêmeas pertencem a restaurantes locais) este uso múltiplo da mesma fêmea é evitado.

5. Conclusão

Depois de analisados os dados recolhidos ao longo dos dez anos do “Projeto de marcação e recaptura do lavagante europeu, (*Homarus gammarus*), na Praia da Aguda”, pode concluir-se que, pelo menos nesta parte da costa de Vila Nova de Gaia, os lavagantes não se encontram ameaçados pela pesca.

A percentagem de lavagantes capturados com Cc abaixo dos 8,5 cm previstos no Anexo XII do Regulamento (CE) nº 850/98 [Artº 48º, nº 3 do Decreto Regulamentar 43/87] como tamanho mínimo para as capturas serem consideradas legais, foi de 21 % entre 2006 e 2016. No que respeita ao Ct, de acordo com a I SÉRIE – N.º 162 – 17-7-1987, a percentagem de capturas ilegais subiu para 28,4 %. A regulamentação referente ao comprimento total é um pouco mais limitadora, uma vez que os lavagantes, quando chegam aos 8,5 cm de comprimento do cefalotórax, ainda não atingiram 20 cm de comprimento total.

Em 2015 a média de Cc dos lavagantes capturados foi 13,2 cm e em 2016 foi 13,7 cm. Em relação ao Ct dos lavagantes pescados, a média em 2015 foi 28,7 cm e em 2016 foi 29,7 cm.

Em 2016 registou-se um aumento do tamanho médio dos animais capturados. Este aumento pode estar relacionado com diminuição da pressão por parte da pesca. Adicionalmente, o aumento do número de capturas e do tamanho médio dos animais capturados pode significar que os lavagantes conseguiram alimentar-se e desenvolver as suas atividades como encontrar e defender um abrigo, e reproduzir-se com sucesso.

Embora à primeira vista a taxa de recaptura atingida possa parecer baixa, a verdade é que tratando-se de um projeto de pequena dimensão e onde, à exceção de 2011, não têm sido libertados novos animais no mar, é uma taxa razoável. Se se comparar a mesma com a taxa de recaptura de projetos onde todos os anos são lançados ao mar milhares de lavagantes juvenis, como no Reino Unido, na Alemanha ou na Noruega (tabela 22), verificou-se que a taxa de 9,2 %, alcançada na Praia da Aguda, foi bastante superior às taxas de muitos desses projetos.

Em segundo lugar, apesar de em dez anos só se terem recapturado 32 animais de um total de 348 que foram reintegrados no mar, devidamente marcados, todos os anos se capturaram animais que nunca tinham passado pelas instalações da ELA, não apresentando qualquer tipo de marcação que os pudesse identificar. Em 50 animais pescados em 2016, 39 não exibiam qualquer tipo de marcação.

O sistema de marcação utilizado na ELA já foi testado por vários autores sem relevar perda de eficácia mesmo depois de o animal sofrer várias mudas (Schmalenbach *et al.*, 2011; Neenan *et al.*, 2014). Na Praia da Aguda, em 2016 foi recapturado um

lavagante macho que foi lançado ao mar pela primeira vez em 2006 e o código de marcação era perfeitamente visível. Não se deve considerar, assim, a hipótese de perda de marcação depois de mudas sucessivas (o animal em questão foi lançado ao mar em 2006 com 190,5 g e capturado em 2016 com 2.583 g).

O que poderá acontecer a estes animais é que, depois de um período de até cinco meses em cativeiro, tenham algumas dificuldades em readaptar-se à vida no ambiente natural (como por exemplo, dificuldades em encontrar e defender um abrigo, encontrar alimento, fazer a muda completa) e morram.

Na questão da ameaça do lavagante na Praia da Aguda, pela pesca devia-se ter em consideração que o número de embarcações de pesca diminuiu de 24 em 1984 para 9 em 2006 e para 5 em 2016, fazendo com que a pressão da pesca ao longo dos anos baixasse consideravelmente. Também contou que nem todos os barcos operaram com armadilhas permanentemente durante o verão, como foi o caso dos covos para o polvo, nos quais também entram os lavagantes mais pequenos.

No futuro pretende-se continuar o “Projeto de marcação e recaptura do lavagante europeu, (*Homarus gammarus*), na Praia da Aguda” com o objetivo de monitorizar o estado do *stock* local e investigar, por meio da aplicação de outras técnicas de marcação como, por exemplo, a telemetria acústica, o movimento dos lavagantes depois de serem libertados. Além de ajudar a perceber o que acontece aos lavagantes depois de serem libertados, este método permitirá ainda averiguar a distribuição dos machos e das fêmeas, para que se perceba por que razão se capturam mais machos do que fêmeas e por que razão não têm sido capturadas fêmeas ovadas.

Outro objetivo futuro será continuar a tentar realizar a produção em cativeiro do lavagante, através da captura de fêmeas ovadas e através da aquisição de fêmeas ovadas a viveiros regionais, e por fim, através da reprodução natural, juntando no mesmo tanque um macho e uma fêmea que tenha mudado há menos de 24 horas e verificar a formação do espermatóforo ao fim de um ou dois dias.

O grande objetivo deste projeto no futuro será a produção contínua de lavagantes juvenis para o repovoamento sistemático do Mar da Aguda para ajudar a pequena pesca artesanal local nas próximas décadas.

6. Bibliografia

- Addison, J. T. and Bannister, R. C. A. (1994). Re-stocking and enhancement of clawed lobster stocks: a review. Proceedings of the Fourth International Workshop on Lobster Biology and Management, 1993. *Crustaceana*, **67** (2).
- Agnalt A.L., van der Meeren, G.I., Jørstad, K.E., Næss, H., Farestveit, E., Nøstvold, E., Svåsand, T., Korsøen, E., Ydstebø, L. (1999). Stock enhancement of European lobster (*Homarus gammarus*): large scale experiment off south-western Norway (Kvitsøy). In: Howell B, Moksness E, Svåsand T (eds.) *Stock enhancement and sea ranching*. Oxford, United Kingdom, Blackwell Science, 401–419.
- Agnalt, A. L., Jørstad, K. E., Kristiansen, T., Nøstvold, E., Farestveit, E., Næss, H., Paulsen, O. I., Svåsand, T. (2004). Enhancing the European Lobster (*Homarus gammarus*) Stock at Kvitsøy Islands: Perspectives on Rebuilding Norwegian Stocks, in Stock Enhancement and Sea Ranching: Developments, Pitfalls and Opportunities, Second Edition (eds K. M. Keber, S. Kitada, H. L. Blankenship and T. Svåsand), Blackwell Publishing Ltd, Oxford, U.K. doi: 10.1002/9780470751329.ch30.
- Anonymous (1876). On the artificial propagation of the lobster. *Rept. U.S. Fish. Comm.*, 1873-1875, 267-270.
- Araki, H. and Schmid, C. (2010). Is hatchery stocking a help or harm? Evidence, limitations and future directions in ecological and genetic surveys. *Aquaculture*, **308**: S2–S11.
- Atema (1986). Review of sexual selection and chemical communication in the lobster, *Homarus americanus*. *Fisheries and Aquatic Sciences*, **43**: 2283-2390.
- Atkinson, L. J., Mayfield, S. and Cockcroft, A. C. (2005). The potential for using acoustic tracking to monitor the movement of the West Coast rock lobster *Jasus lalandii*, *African Journal of Marine Science*, **27**(2): 401-408.
- Bannister, R. C. A., Addison, J. T. and Lovewell, S. R. J. (1994). Growth, movement, recapture rate and survival of hatchery-reared lobsters (*Homarus gammarus* (Linnaeus, 1758)) released into the wild on the English east coast. in *Proceedings of the Fourth International Workshop on Lobster Biology and Management*, 1993. *Crustaceana*, **67** (2): 156-172.

- Bannister, R. C. A., and Addison, J. T. (1998). Enhancing lobster stocks: a review of recent European methods, results, and future prospects. *Bulletin of Marine Science*, **62**: 369–387.
- Beard, T.W., Richards, P.R. and Wickins, J.F. (1985). The techniques and practicability of year- round production of lobsters, *Homarus gammarus* (L.) in laboratory recirculation systems. *Fisheries Research Technical Report.*, **79**. (MAFF Directory Fisheries Research., Lowestoft).
- Bello, P. J., L. Rios, L. V., Liceaga, C.M.A., Zetina, M. C., Cervera, C. K., Arceo, B. P. and Hernandez, N. H. (2005). Incorporating spatial analysis of habitat into spiny lobster (*Panulirus argus*) stock assessment at Alacranes reef, Yucatan, México. N. Hector Hernandez. *Fisheries Research*, **73**: 37–47.
- Benavente, G.P., Uglem, I., Browne, R., and Balsa, C.M. (2010). Culture of juvenile European lobster (*Homarus gammarus* L.) in submerged cages. *Aquaculture International*, **18**: 1177–1189.
- Bodnar, A. G. (2009). Marine invertebrates as models for aging research. *Experimental Gerontology*, **44**: 477–484.
- Botero, L. and Atema, J. (1982). Behavior and substrate selection during larval settling in the lobster *Homarus americanus*. *Journal Crustacean Biology*, **2**: 59-69.
- Browne, R., and Mercer, J. P. (1998). The European clawed lobster (*Homarus gammarus*) stock enhancement in the Republic of Ireland. In Proceedings of a Workshop on Lobster Stock Enhancement held in the Magdalen Islands (Quebec) from October 29 to 31, 1997, pp. 33–41. (Ed L. Gendron). *Canadian Industry Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, **244**.
- Browne, R., Benavente, G. P., Uglem, I., and Marino Balsa, J. C. (2009). An illustrated hatchery guide for the production of clawed lobsters using a green water technique. *Aquaculture Explained*, **23**: 1–36.
- Carere, C., Nascetti, G., Carlini, A., Santucci, D., Alleva E. (2015). Actions for restocking of the European lobster (*Homarus gammarus*): a case study on the relevance of behavior

- and welfare assessment of cultured juveniles. *Rendiconti Lincei. Scienze Fisiche e Naturali Journal*, **26**: 59–64.
- Castro, K. M., and Cobb, J. S. (2005). Behaviour of hatchery-reared and wild-caught 4th and 5th stage American lobsters, *Homarus americanus*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, **39**: 963–972.
- Cooper, R. A., Clifford, R. A., and Newell, D. (1975). Seasonal Abundance of the American Lobster, *Homarus americanus*, in the Boothbay Region of Maine. *Transactions Of The American Fisheries Society*, **104** (4).
- Cooper, R. A., and J. R. Uzmann, (1977). Ecology of juvenile and adult clawed lobsters, *Homarus americanus*, *Homarus gammarus*. and *Nephrops norvegicus*. In B. F. Philips and J. S. Cobb (editors), Workshop on lobster and rock lobster ecology and physiology, p. 187-208.
- Daniels, C. L., Merrifield, D. L., Boothroyd, D. P., Davies, S. J., Factor, J. R., and Arnold, K. E. (2010). Effect of dietary *Bacillus* spp. and mannan oligosaccharides (MOS) on European lobster (*Homarus gammarus* L.) larvae growth performance, gut morphology and gut microbiota. *Aquaculture*, **304**: 49–57.
- Debusse, V., Addison, J. and Reynolds, J. (2003). Effects of breeding site density on competition and sexual selection in the European lobster. *Behavioral Ecology*, **14** (3): 396–402.
- Ellis, C., Hodgson, D., Daniels, C., Boothroyd, D., Bannister, R., Griffiths, A. (2014). European lobster stocking requires comprehensive impact assessment to determine fishery benefits. *ICES Journal of Marine Science*, **72**: i35-i48.
- Ennis, G.P. (1995). Larval and postlarval ecology. In: *Biology of the Lobster Homarus americanus*. Edited by J.R. Factor. Academic Press, 23-46.
- European Market Observatory for Fisheries and Aquaculture Products (www.eumofa.eu), Consultado em Junho de 2016.
- Factor, J. R. (1995). Introduction, Anatomy and Life History. In J. R. Factor, *Biology of the lobster Homarus Americanus* (pp. 1-11). Academic Press, INC: USA, 528pp.

FAO (2010). Resumed Review Conference on the Agreement Relating to the Conservation and Management of Straddling Fish Stocks and Highly Migratory Fish Stocks. Consultado em Março de 2016.

FAO. Fact Sheet *Homarus gammarus*. Consultado em Março de 2016.

Ferrero, E.A., Privileggi, N., Scovacicchi, T., van der Meeren, C. (2002). Does lunar cycle affect clawed lobster egg hatching and moulting frequency of hatching-reared juveniles? *OPHELIA*, **56** (1): 13-22.

Flores, L., Ernst, B. and Parma, A. (2010). Growth pattern of the sea urchin, *Loxechinus albus* (Molina, 1782) in southern Chile: Evaluation of growth models. *Marine Biology*, **157**: 967-977.

Frederick, J. L. (1997). Evaluation of fluorescent elastomer injection as a method for marking small fish. *Bulletin of Marine Science*, **61**(2): 399-408.

Galparsoro, I., Borja, Á., Bald, J., Liria, P., Chust, G. (2009). Predicting suitable habitat for the European lobster (*Homarus gammarus*), on the Basque continental shelf (Bay of Biscay), using Ecological-Niche Factor Analysis. *Ecological Modelling*, **220**: 556–567.

Giacalone, V.M., D'Anna, G., Pipitone, C. and Badalamenti, F. (2006). Movements and residence time of spiny lobsters, *Palinurus elephas* released in a marine protected area: an investigation by ultrasonic telemetry. *Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom*, **86**: 1101-1106.

Green, B. S., Gardner, C. and Meeren, G. I. (2013) Enhancement of Lobster Fisheries to Improve Yield and Value, in Lobsters: Biology, Management, Aquaculture and Fisheries, Second Edition (ed B. F. Phillips), John Wiley & Sons, Ltd, Oxford, UK. doi: 10.1002/9781118517444.ch3.

Grendon, L. (1998). Proceedings of a workshop on lobster stock enhancement held in Magdalen Islands (Quebec) from 29 to 31 October 1997. *Canadian Independent Report of Fisheries and Aquatic Sciences*, **244**, xi + 135 pp.

Hartnoll, R.G. (2001). Growth in *Crustacea*—twenty years on. *Hydrobiologia*. **449**: 111–122.

- Hoskin, M. G., Coleman, R. A., von Carlshausen, E., and Davis, C. M. (2011). Variable population responses by large decapod crustaceans to the establishment of a temperate marine no-take zone. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **68**: 185–200.
- Howard, A.E. & Bennett, D.B. (1979). The substrate preference and burrowing behaviour of juvenile lobsters (*Homarus gammarus* (L.)), *Journal of Natural History*, **13**(4): 433–438.
- Howard, A. E. (1980). Substrate controls on the size composition of lobster (*Homarus gammarus*) populations. *Journal Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, **39**(2): 130–133.
- Howard, A.E. (1982). Lobster 'seeding' - a promising approach to the problem of increasing natural stocks. In: *Proceedings of the Thirteenth Annual Shellfish Conference of The Shellfish Association of Great Britain*, London: 14–22.
- Jackson, J., Kirby, M., Berger, W., Bjørndal, K., Botsford, L., Bourque, ., Bradbury, R., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J., Hughes, T., Kidwell, S., Lange, C., Lenihan, H., Pandolfi, J., Peterson, C., Steneck, R., Tegner, M., Warner R. (2001). Historical Overfishing and the Recent Collapse of Coastal Ecosystems. *Science*, **293**, 629.
- Jørstad, K. E., Agnalt, A. L., Kristiansen, T. S. and Nøstvold, E. (2001). High survival and growth of European lobster juveniles (*Homarus gammarus*) reared communally on a natural-bottom substrate. *Marine and Freshwater Research*, **52**: 1431–1438.
- Jørstad, K.E., Kristiansen, T.S., Farestveit, E., Agnalt, A. L., Prodahl, P.A., Hughes, M., Ferguson, A., Taggart, J.B. (2009). Survival of laboratory-reared juvenile European lobster (*Homarus gammarus*) from three brood sources in southwestern Norway. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*. **43**: 59–68.
- Klapper, W., Kuéhne, K., Singh, K. K., Heidorn, K., Parwaresch, R., Krupp, G. (1998). Longevity of lobsters is linked to ubiquitous telomerase expression. *FEBS Letters* **439**: 143–146.
- Kristiansen, T. S., Drengstig, A., Bergheim, A., Drengstig, T., Kollsgård, I., Svendsen, R., Nøstvold, E., Farestveit, E. and Aardal, L. (2004). Development of methods for intensive farming of European lobster in recirculated seawater. Results from experiments

- conducted at Kvitsøy lobster hatchery from 2000 to 2004. *Fisken og Havet*, no. 6 – 2004. 52 pp.
- Latrouite, D. and Lorec, J. (1991). L'expérience Française de forçage du recrutement du homard Européen (*Homarus gammarus*) résultats préliminaires. *ICES Marine Science Symposia*, **192**: 93–98.
- Lawton, P. (1987). Diel activity and foraging behaviour of juvenile American lobsters, *Homarus americanus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **44**: 1195–1205.
- MacDiarmid, A.B., Saint-Marie, B. (2006). Reproduction. In: *Lobsters Biology, Management, Aquaculture and Fisheries*. Edited by B.F. Phillips. Blackwell Publishing, Oxford, 45–68.
- Maxwell, K.E., Matthews, T.R., Sheehy, M.R.J., Bertelsen, R.D., Derby, C.D. (2007). Neurolipofuscin is a measure of age in *Panulirus argus*, the Caribbean spiny lobster, in Florida *Biology Bulletin*, **213**: 55–66.
- Mehrtens, F. (2008). Untersuchungen zu den Entwicklungsbedingungen des Europäischen Hummers (*Homarus gammarus*) bei Helgoland in Freiland und Labor. PhD thesis, Universität Hamburg, Germany.
- Mehrtens, F., Stolpmann, M., Buchholz, F., Hagen, W., Saborowski, R. (2005). Locomotory activity and exploration behavior of juvenile European lobsters (*Homarus gammarus*) in the laboratory. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* **38** (2): 105–116.
- Moland, E., Olsen, E. M., Andvord, K., Knutsen, J. A., and Stenseth, N. C. (2011). Home range of European lobster (*Homarus gammarus*) in a marine reserve: implications for future reserve design. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, **68**: 1197–1210.
- Moland, E., Olsen, E. M., Knutsen, H., Garrigou, P., Espeland, S. H., Kleiven, A. R., Andre, C., et al. (2013). Lobster and cod benefit from small-scale northern marine protected areas: inference from an empirical before-after control-impact study. *Proceedings of the Royal Society—Biological Sciences*, **280**: 2012–2679.
- Moquin-Tandon, A. and Soubeiran, J. L. (1865). Etablissement de pisciculture de

- Concarneau et de Port-de-Bouc. *Bulletin de la Société impériale zoologique d'acclimatation*, **2**: 533-545.
- Neenan, S., Hodgson, D., Tregenza, T., Boothroyd, D., Ellis, C. (2014). The suitability of VIE tags to assess stock enhancement success in juvenile European lobsters (*Homarus gammarus*). *Aquaculture Research*, 1–11.
- Øresland, V. and Ulmestrand, M. (2013). European lobster subpopulations from limited adult migration and larval retention. *ICES Journal of Marine Science*, **70**: 532–539.
- Orkey Loster Hatchery (www.orkneylobsterhatchery.co.uk), Consultado em Setembro de 2016.
- Pereira, C.R., D’Incao, F., Fonseca, D.B. (2010). Bilateral comparison of in situ neurolipofuscin accumulation in *Callinectes sapidus* caught in the wild. *Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom*, **90**: 563– 567.
- Prodöhl, P. A., Jørstad, K. E., Triantafyllidis, A., Katsares, V., & Triantaphyllidis, C. (2007). Genetic effects of domestication, culture and breeding of fish and shellfish, and their impacts on wild populations. European lobster – *Homarus gammarus*. In T. Svåsand, D. Crosetti, E. García-Vázquez, & E. Verspo, *Genetic impact of aquaculture activities on native populations* (pp. 91-98). Genimpact: USA, 174 pp.
- Schmalenbach, I. (2009). Studies on the developmental conditions of the European lobster (*Homarus gammarus* Linnaeus, 1758) at the rocky island of Helgoland (German Bight, North sea). PhD thesis, Universität Hamburg, Germany.
- Schmalenbach, I., Mehrtens, F., Janke, M., and Buchholz, F. (2011). A mark-recapture study of hatchery-reared juvenile European lobsters, *Homarus gammarus*, released at the rocky island of Helgoland (German Bight, North Sea) from 2000 to 2009. *Fisheries Research*, **108**: 22–30.
- Schöne, B.R., Fiebig, J., Pfeiffer, M., Gleß, R., Hickson, J., Johnson, A.L.A., Dreyer, W., Skerritt, Daniel J., Fitzsimmons, C., Polunin, Nicholas V.C., Berney, P., Hardy, Mike H. (2012). Investigating the impact of offshore wind farms on European Lobster (*Homarus gammarus*) and Brown Crab (*Cancer pagurus*) fisheries. *The Marine Management Organization*.

- Schoo, K. L., Aberle, N., Malzahn, A. M., Schmalenbach, I., and Boersma, M. (2014). The reaction of European lobster larvae (*Homarus gammarus*) to different quality food: effects of ontogenetic shifts and pre-feeding history. *Oecologia*, **174**: 581–594.
- Sekino, M., Saitoh, K., Yamada, T., Kumagai, A., Hara, M., and Yamashita, Y. (2003). Microsatellite-based pedigree tracing in a Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) hatchery strain: implications for hatchery management related to stock enhancement program. *Aquaculture*, **221**: 255–263.
- Skerritt, Daniel J., Fitzsimmons, C., Polunin, Nicholas V.C., Berney, P., Hardy, Mike H. (2012). Investigating the impact of offshore wind farms on European Lobster (*Homarus gammarus*) and Brown Crab (*Cancer pagurus*) fisheries. *The Marine Management Organization*.
- Skerritt, D. J., Robertson, P. A., Mill, A. C., Polunin, N. V. C., Fitzsimmons, C. (2015). Fine-scale movement, activity patterns and home-ranges of European lobster *Homarus gammarus*. *Marine Ecology Progress Series*, **536**: 203–219.
- Skog, M. (2009). Male but not Female Olfaction is Crucial for Intermolt Mating in European Lobsters (*Homarus gammarus* L.). *Chemical Senses*, **34**: 159–169.
- Skurdal, J., Vøllestad, L.A., Qvenild, T. (1985). Comparison of scales and otoliths for age determination of whitefish *Coregonus lavaretus*. *Fisheries Research*, **3**: 237–243.
- Smith, I. P., Collins, K. J. and Jensen, A. C. (1998). Movement and activity patterns of the European lobster, *Homarus gammarus*, revealed by electromagnetic telemetry. *Marine Biology*, **132**: 611–623.
- Smith, I. P., Collins, J. K., Jensen, A. C. (1999). Seasonal changes in the level and diel pattern of activity in the European lobster *Homarus gammarus*. *Marine Ecology Progress Series*, **186**: 255–264.
- Smith, I. P., Jensen, A. C., Collins, K. J., Matthey, E. L. (2001). Movement of wild European lobsters *Homarus gammarus* in natural habitat. *Marine Ecology Progress Series*, **222**: 177–186.

- Steen, R. and Ski, S. (2014). Video-surveillance system for remote long-term in situ observations: recording diel cavity use and behavior of wild European lobsters (*Homarus gammarus*). *Marine and Freshwater Research*, **65**: 1094–1101.
- Templeman, W. (1933). Female lobsters handicapped in growth by spawning. *Fisheries Research Board of Canada Atlantic Progress Report*, **6**: 5-6.
- Templeman, W. (1934). Mating in the American lobster. *Atlantic Biological Station*, **30**.
- Templeman, W. (1936). The Influence of Temperature, Salinity, Light and Food conditions on the Survival and Growth of the Larvae of the Lobster (*Homarus americanus*). *Journal Biology Board Canada*, **2** (5): 485-497.
- The National Lobster Hatchery (www.nationallobsterhatchery.co.uk), Consultado em Junho de 2016.
- The Scottish Government (www.gov.scot), Consultado em Maio de 2016.
- Uglen, I., Belchier, M., Svåsand, T. (2005). Age determination of European Lobster (*Homarus gammarus* L.) by histological quantification of lipofuscin. *Journal of Crustacean Biology*, **25** (1): 95-99.
- Utter, F.M. (2000). Patterns of subspecific anthropogenic introgression in two salmonid genera. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, **10**: 265–279.
- Van der Meeren, G. I. (2005). Potential of ecological studies to improve survival of cultivated and released European lobsters, *Homarus gammarus*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, **39**: 399–424.
- Van Olst, J. C., Carlberg, J. M. And Ford, R. (1975). Effects of substrate and other factors on the growth, survival and cannibalism of juvenile *Homarus americanus* in mass rearing systems. *Proceedings of the 6th Annual Meeting, World Mariculture Society*, 261-274.
- Van Olst, J. C., Carlberg, J. M. And Hughes, J. T. (1980). Aquaculture. In: J. S. COBB & B. F. PHILLIPS (eds.), *The biology and management of lobsters*, 2, Ecology and management: 333-384.

- Van Olst, J. C., Ford, R. F., Carlberg, J. M. And Dorband, W. R. (1976). Use of thermal effluent in culturing the American lobster. In: *Power Plant Waste Heat Utilization in Aquaculture Workshop*, **1**: 71-100. (PSE&G. Co., Newark, New Jersey).
- Vogt, G. (2010). Suitability of the clonal marbled crayfish for biogerontological research: a review and perspective, with remarks on some further crustaceans. *Biogerontology*. **11**: 643–669.
- Vogt, G. (2012). Ageing and longevity in the *Decapoda* (Crustacea): A review. *Zoologischer Anzeiger*, **251**: 1–25.
- Waddy, S. L. and Aiken, D. E. (1990). Intermoult insemination, an Alternative Mating Strategy for the American Lobster *Homarus americanus*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, **47**: 2402-2406.
- Wickins, J. F., Beard, T. W. and Child, A. R. (1995). Maximizing lobster, *Homarus gammarus* (L.), egg and larval viability. *Aquaculture Research*, **26**: 379-392.
- Wolcott, T. G. And Hine, A. H. (1996). Advances in ultrasonic biotelemetry for animal movement and behavior: the blue crab case study. In: *Methods and Techniques of Underwater Research, Proceedings of the American Academy of Underwater Sciences Scientific Diving Symposium*, October 12-13, 1996, (eds) M. A. Lang and C. C. Baldwin, Washington, DC: Smithsonian Institution, 229-236.